

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

**DISEÑO ESTRUCTURAL SISMO RESISTENTE EN ESTRUCTURAS DE
MAMPOSTERÍA CONFINADA, APLICADAS EN EDIFICACIONES
MAYORES A DOS PISOS DE ALTURA EN EL PROYECTO RESIDENCIAL
EL PEDREGAL DE CHUROLOMA**

AUTOR:

ESPÍN FLORES JOSÉ LUIS

TUTOR:

MARLON MANOLO ARÉVALO NAVARRETE

Quito, noviembre del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Espín Flores José Luis, con documento de identificación N° 020161730-5, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMO RESISTENTE EN ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA, APLICADAS EN EDIFICACIONES MAYORES A DOS PISOS DE ALTURA EN EL PROYECTO RESIDENCIAL EL PEDREGAL DE CHUROLOMA, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO CIVIL, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, noviembre del 2020



.....
José Luis Espín Flores

CI: 020161730-5

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico, con el tema: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMO RESISTENTE EN ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA, APLICADAS EN EDIFICACIONES MAYORES A DOS PISOS DE ALTURA EN EL PROYECTO RESIDENCIAL EL PEDREGAL DE CHUROLOMA, realizado por José Luis Espín Flores, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, noviembre del 2020



Marlon Manolo Arévalo Navarrete

CI: 170674602-9

DEDICATORIA

A mi madre Ernestina.

Por ese apoyo incondicional que me ha dado en toda la vida, con sus consejos me han formado como persona y pese a todas las adversidades nunca ha perdido la esperanza en mí. Este trabajo es dedicado a ella, que con anhelo y paciencia ha esperado el momento de verme titulado. Quiero dedicarle este trabajo a esa gran mujer, que con esfuerzo logro sacar adelante a sus hijos, dándome el mejor ejemplo de superación, lucha y amor.

A mis tías Rosa y Ana Flores.

Quienes con su amor y apoyo me han llevado a superarme. Dos grandes mujeres que me han visto crecer, que han estado presentes en toda mi vida y aunque no tenían la obligación siempre han estado allí para mí. Les dedico este trabajo en gratitud a ese gran amor que han dado siempre.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	xvi
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Descripción del Problema.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Metodología.....	5
1.7. Aspectos Generales del Proyecto.....	5
1.7.1. Nombre del Proyecto.....	5
1.7.2. Entidad Ejecutora	5
1.7.3. Localización	5
1.7.4. Topografía	6
1.7.5. Estudio de Suelo.....	7
1.7.6. Uso de la Estructura	8
CAPÍTULO II	9
MAMPOSTERÍA CONFINADA	9
2.1. Sistema de mampostería estructural	9
2.2. Tipos de mamposterías estructurales	9

2.2.1.	Mampostería con cavidad reforzada.....	9
2.2.2.	Mampostería reforzada.....	11
2.2.3.	Mampostería parcialmente reforzada	12
2.2.4.	Mampostería no reforzada.....	12
2.2.5.	Mampostería de muros confinados.....	14
2.2.6.	Mampostería de muros diafragma	15
2.2.7.	Mampostería reforzada externamente	16
2.3.	Elementos Estructurales con el sistema de mampostería confinada.....	16
2.3.1.	Cimentación	17
2.3.2.	Muros confinados.....	17
2.3.2.1.	Unidad de mampostería.....	17
2.3.2.2.	Mortero de pega.....	18
2.3.2.3.	Mortero de Relleno.....	18
2.3.2.4.	Columnas de confinamiento	19
2.3.2.5.	Vigas de confinamiento	20
2.3.2.6.	Acero de refuerzo	20
2.3.3.	Losas	20
CAPÍTULO III.....		22
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA		22
3.1.	Generalidades de la estructura	22
3.1.1.	Análisis de estructura mixta originalmente propuesta.....	23
3.2.	Bases de diseño.....	24

3.2.1.	Cargas	26
3.2.2.	Combinaciones de cargas	27
3.2.3.	Tipo de estructura	29
3.2.4.	Método de diseño	29
3.2.5.	Normas y códigos	30
3.2.6.	Materiales	30
3.3.	Diseño de elementos estructurales	32
3.3.1.	Prediseño de losa	32
3.3.2.	Prediseño de vigas	36
3.3.3.	Diseño de muros confinados.	40
3.4.	Cortes y Momentos	46
3.4.1.	Modelación en ETABS 17	46
3.4.2.	Análisis estático lineal	54
3.4.3.	Análisis modal espectral	63
3.4.4.	Participación modal de masa	67
3.4.5.	Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales	68
3.4.6.	Diagramas de cortes y momentos para diseño de losas	75
3.4.7.	Diagramas de cortes y momentos para diseño de vigas.	79
3.4.8.	Diagramas de cortes y momentos de la estructura.	84
3.5.	Control de aplastamiento del alma del muro	86
3.5.1.	Esfuerzo Máximo	86
3.5.2.	Centro de masas	94

3.5.3. Centro de rigideces.....	97
3.5.4. Cortante basal.....	100
3.5.5. Control de fisuración y agrietamiento diagonal.....	109
3.5.6. Diseño muros agrietados por corte.....	121
3.6. Derivas y desplazamientos.....	129
3.7. Diseño de cimentación.....	133
CAPÍTULO IV.....	145
PRESUPUESTO.....	145
4.1. Análisis de precios unitarios.....	145
4.1.1. Análisis de Precios Unitarios Mampostería Confinada.....	146
4.1.2. Análisis de Precios Unitarios Estructura Mixta.....	187
4.2. Presupuesto general.....	224
4.2.1. Mampostería Confinada (obra gris).....	224
4.2.2. Estructura Mixta (obra gris).....	225
4.3. Análisis comparativo de costos entre estructura mixta y de mampostería confinada.....	226
CONCLUSIONES.....	227
RECOMENDACIONES.....	228
REFERENCIAS.....	229
ANEXOS.....	231

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Uso de la estructura	8
Tabla 2	Características Edificio D5.....	24
Tabla 3	Carga de diseño	26
Tabla 4	Pesos.....	26
Tabla 5	Combinaciones de Carga ETABS	27
Tabla 6	Combinaciones de cargas para diseño de muros confinados	28
Tabla 7	Especificaciones del hormigón.....	30
Tabla 8	Especificaciones del acero de refuerzo	31
Tabla 9	Especificaciones de la mampostería.....	31
Tabla 10	Resumen características de losas.....	32
Tabla 11	Resumen relación de rigideces viga - columna.....	33
Tabla 12	Peso mampostería no estructural.....	35
Tabla 13	Longitud de muros	42
Tabla 14	Área de muros sentido X.....	44
Tabla 15	Área de muros sentido Y	45
Tabla 16	Sobrecarga.....	54
Tabla 17	Cortante basal.....	57
Tabla 18	Espectro de diseño.....	63
Tabla 19	Participación modal de masa.....	68
Tabla 20	Resumen cuantía de acero de refuerzo en vigas.....	82
Tabla 21	Carga axial en muros (Piso 1, 2, 3)	88

Tabla 22	Carga axial en muros (Terraza).....	90
Tabla 23	Carga axial acumulada	92
Tabla 24	Esfuerzos en muros	93
Tabla 25	Centro de masas Piso 1, 2, 3.....	95
Tabla 26	Centro de masas Terraza	96
Tabla 27	Propiedades de los muros	98
Tabla 28	Rigideces	99
Tabla 29	Distribución Cortante basal (R=3)	100
Tabla 30	Distribución Cortante basal (R=6)	101
Tabla 31	Cortante por traslación	103
Tabla 32	Cálculo de R_t	104
Tabla 33	Cortante por rotación.....	107
Tabla 34	Fuerza cortante V_{ti}	108
Tabla 35	Cortantes y momentos por piso Muros X.....	110
Tabla 36	Cortantes y momentos por piso Muros Y.....	111
Tabla 37	Control de fisuración Piso 1 Muros X.....	113
Tabla 38	Control de fisuración Piso 1 Muros Y.....	114
Tabla 39	Agrietamiento diagonal Piso 2 Muros X.....	115
Tabla 40	Agrietamiento diagonal Piso 2 Muros Y.....	116
Tabla 41	Agrietamiento diagonal Piso 3 Muros X.....	117
Tabla 42	Agrietamiento diagonal Piso 3 Muros Y.....	118
Tabla 43	Agrietamiento diagonal Terraza Muros X	119

Tabla 44	Agrietamiento diagonal Terraza Muros Y	120
Tabla 45	Datos para diseño por agrietamiento	121
Tabla 46	Parámetros para diseño por agrietamiento	122
Tabla 47	Diseño de columnas de confinamiento.....	122
Tabla 48	Diseño de viga de confinamiento	126
Tabla 49	Diseño de elementos de confinamiento.....	127
Tabla 50	Control de derivas y desplazamientos	130
Tabla 51	Sismo dinámico transformado.....	133
Tabla 52	Combinaciones de carga para análisis y diseño cimentación.....	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación, Pedregal de Churoloma.....	6
Figura 2	Mampostería con Cavidad Reforzada	10
Figura 3	Mampostería Reforzada	11
Figura 4	Mampostería Parcialmente Reforzada	12
Figura 5	Mampostería No Reforzada	13
Figura 6	Mampostería de Muros Confinados	14
Figura 7	Mampostería de Muros Diafragma	15
Figura 8	Mampostería Reforzada Exteriormente	16
Figura 9	Tipos de mortero, dosificación y resistencia mínima a compresión a los 28 días	18
Figura 10	Clasificación y dosificación por volumen de mortero de relleno.....	19
Figura 11	Planta típica original de la edificación	22
Figura 12	Planta modificada de la edificación	25
Figura 13	Esquema losa alivianada	34
Figura 14	Secciones tipo mampostería no estructural	36
Figura 15	Disposición de vigas.....	37
Figura 16	Ancho cooperante viga.....	38
Figura 17	Distribución de los Muros	41
Figura 18	Edición de grilla	46
Figura 19	Definición de materiales – Hormigón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	47

Figura 20	Definición de materiales - Albañilería	48
Figura 21	Definición de materiales – Acero de refuerzo.....	49
Figura 22	Definición de losa alivianada	50
Figura 23	Definición de vigas principales y vigas de confinamiento.....	50
Figura 24	Definición columnas de confinamiento.....	51
Figura 25	Definición de mampostería confinada.....	51
Figura 26	Conformación del edificio.....	52
Figura 27	Definición de cargas.....	53
Figura 28	Espectro general de diseño	54
Figura 29	Sismo estático.....	58
Figura 30	Carga actuante	59
Figura 31	Asignación de cargas.....	60
Figura 32	Nudo rígido	60
Figura 33	Diafragmas	61
Figura 34	Corrección del coeficiente de cortante basal.....	62
Figura 35	Cortante basal ETABS	63
Figura 36	Espectro de diseño.....	64
Figura 37	Definición espectro de diseño ETABS.....	65
Figura 38	Corrección sismo dinámico DX	66
Figura 39	Corrección sismo dinámico DY	67
Figura 40	Distribución basal SX.....	69

Figura 41	Distribución basal SY.....	70
Figura 42	Cortante basal por piso SX.....	71
Figura 43	Cortante basal por piso SY.....	72
Figura 44	Cortante basal por piso DX.....	73
Figura 45	Cortante basal por piso DY.....	74
Figura 46	Asignación de STRIPS.....	76
Figura 47	Franjas o STRIPS para diseño de losas.....	77
Figura 48	Diseño losa elementos finitos.....	78
Figura 49	Diseño de losa.....	79
Figura 50	Verificación de elementos de hormigón.....	79
Figura 51	Cuantía de acero en vigas.....	81
Figura 52	Diseño por cortante de vigas.....	83
Figura 53	Diagrama de cortes de la estructura.....	84
Figura 54	Diagrama de momentos de la estructura.....	85
Figura 55	Áreas tributarias de muros.....	87
Figura 56	Distribución cortante basal ($R=3$).....	101
Figura 57	Distribución cortante basal ($R=6$).....	101
Figura 58	Límites de deriva de piso.....	129
Figura 59	Diseño final de la estructura.....	132
Figura 60	Sismo dinámico transformado ETABS.....	134
Figura 61	Exportación al SAFE.....	135

Figura 62	Comprobación de cargas	135
Figura 63	Definición de losa de cimentación	136
Figura 64	Definición de vigas de cimentación	137
Figura 65	Definición de coeficiente de Balasto.....	138
Figura 66	Definición de Line Spring Properties.....	138
Figura 67	Control de geometría de la losa de cimentación	139
Figura 68	Control de punzonamiento	140
Figura 69	Chequeo por sismo.....	141
Figura 70	Control de asentamientos	142
Figura 71	Diseño de acero en vigas de cimentación.....	143
Figura 72	Diseño de acero en losa de cimentación.....	144

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad el presentar una opción más económica para la estructura de pórtico del edificio D5 del conjunto Pedregal de Churolooma, la cual es de mampostería confinada con losas nervadas de hormigón armado en dos direcciones y una cimentación tipo losa.

Para el diseño de los diferentes elementos estructurales se usó paquetes computacionales como ETABS, SAFE, AutoCAD y hojas de cálculo de Excel. Cumpliendo con los requerimientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción y basándonos en la norma peruana E-070 para el diseño de los muros confinados.

Finalmente, se comprueba que el sistema de mampostería confinada tiene menor costo que la estructura de pórtico, a través de un análisis comparativo de los presupuestos de las dos estructuras.

Palabras clave: Estructura, pórtico, mampostería confinada, elementos estructurales, losas nervadas.

ABSTRACT

The object of this work is to present a more economical option for the portico structure of the D5 building belongs to Pedregal de Churoloima housing complex, which is made of masonry confined with ribbed slabs of reinforced concrete in two directions and a slab-type foundation.

For the design of the different structural elements, computer packages such as ETABS, SAFE, AutoCAD and Excel spreadsheets were used. This design meets the requirements of the Ecuadorian Construction Standard and based on the Peruvian standard E-070 for the design of confined walls.

Finally, it is verified that the confined masonry system has a lower cost than the portico structure, through a comparative analysis of the budgets of the two structures.

Keywords: Structure, portico, masonry confined, structural elements, ribbed slabs.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1. Introducción.

La mampostería confinada consiste en reemplazar el sistema estructural convencional de pórticos, por mamposterías enmarcadas a través de bordes de hormigón armado en el sentido horizontal y vertical, estos últimos son realizados en situ sin necesidad de un encofrado complejo, lo que agiliza su construcción y por ende resulta más económico.

El presente estudio tiene como principal propósito el diseño estructural sísmoresistente con mampostería confinada del edificio tipo D5 del conjunto habitacional “El Pedregal de Churolooma”, el mismo que consta de un planta baja y tres plantas altas.

Como parte complementaria se pretende comparar el costo de construcción entre el sistema de mampostería confinada y el sistema estructural mixto (pórticos de hormigón y losas metálicas) originalmente propuesto para el edificio.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) en su sección NEC_SE_MP (Mampostería Estructural), exige que se diseñe estructuras de mampostería confinada capaces de soportar todos los esfuerzos internos esperados de compresión, tracción, flexión y torsión con sus respectivas combinaciones, además de deformarse y desplazarse de manera admisible, por lo que el edificio D5 será capaz de soportar todo lo expuesto anteriormente.

1.2. Antecedentes.

Debido a la creciente demanda de viviendas de bajo costo en nuestro país, la alternativa de edificios con mampostería confinada es una opción viable, ya que nos ofrece seguridad y confort a menor precio.

Al referirnos a seguridad este tipo de edificaciones cumplen con todos los requisitos expuestos en la Norma Ecuatoriana de Construcción y en cuanto al confort nos brinda ambientes acústicos, térmicos y estéticamente agradables a la vista.

El Ecuador se encuentra ubicado en la placa tectónica de Suramérica que colinda con la placa de Nazca, dentro del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, en un movimiento de subducción destructivo de la litosfera.

Específicamente en la ciudad de Quito existe una falla o sistema de fallas que avanza desde el Este de la ciudad a lo largo de las pendientes que miran hacia los valles de Tumbaco y los Chillos, que son las colinas que marcan el borde oriental de la ciudad y que las conocemos como las lomas del Tablón frente a Amaguaña, Puengasí, Ilumbisí, el Batán, la Bota y Bellavista Catequilla en el extremo Norte de la estructura pasando por Calderón. Se trata de una falla inversa, es decir Quito se levanta respecto a los valles con una fuerza en contra de la gravedad por medio de fuerzas de compresión tectónica que empujan al continente desde el Occidente.

Dentro del historial de sismos en el Ecuador podemos citar algunos que fueron catastróficos, como el de Manabí con una magnitud de 7.8 en la escala de Richter ocurrido el 16 de Abril del 2016, y un sismo que no se puede dejar pasar por alto que es gran importancia en la historia del Ecuador es el de Riobamba con una magnitud de 8.3 en la escala de Richter ocurrido el 04 de Febrero de 1797, que devastó la ciudad y algunas aldeañas con un aproximado de 40.000 muertos.

El diseño estructural sismoresistente con mampostería confinada del conjunto habitacional “Pedregal de Churroloma” debe ser capaz de garantizar seguridad ante un evento sísmico similar a los ya ocurridos anteriormente en nuestro país.

1.3. Descripción del Problema.

Es común encontrar estructuras de hormigón armado, metálica o mixtas, como es el caso del proyecto “Pedregal de Churoloima”, pero lo inusual es ver estructuras con mampostería confinada, lo que nos hace pensar que este sistema tiene alguna complejidad en el ámbito estructural o económico.

Pese a que en la norma NEC-2015, tiene un módulo que habla completamente sobre mampostería estructural, dentro del cual está incluido el sistema de mampostería confinada, el diseño estructural con estos sistemas es escaso.

Debido a la creciente demanda de viviendas de bajo costo en nuestro país, la alternativa de edificios con mampostería confinada es una opción viable, ya que nos ofrece seguridad y confort a menor precio.

Al referirnos a seguridad este tipo de edificaciones cumplen con todos los requisitos expuestos en la Norma Ecuatoriana de Construcción y en cuanto al confort nos brinda ambientes acústicos, térmicos y estéticamente agradables a la vista.

1.4. Justificación.

El edificio D5 del conjunto habitacional “Pedregal de Churoloima” fue diseñado originalmente con una estructura mixta, hormigón armado para columnas y vigas, placas colaborantes metálicas para las losas y plintos aislados en la cimentación. El presente estudio pretende diseñar el edificio D5 con el sistema estructural de mampostería confinada, respetando los requerimientos de arquitectura dispuestos, y además cumpla con las garantías estructurales sismoresistentes que exige el NEC-2015.

Con este trabajo la empresa constructora podrá tener otra opción de estructura para la construcción del edificio D5 a menor costo.

Una vez finalizado el diseño, se proveerá de toda información para la construcción de este edificio con mampostería confinada, ya que al cubrir los dos aspectos más importantes que son la seguridad y la economía, es viable para su materialización.

El fin de este trabajo es, motivar a los profesionales de la construcción a usar este tipo de estructuras para la construcción de viviendas de bajo costo

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo General.

Realizar el diseño estructural sismoresistente de mampostería confinada, cumpliendo con normas NEC-2015, como propuesta para el edificio D5 del conjunto habitacional Pedregal de Churolooma.

1.5.2. Objetivos Específicos.

Realizar el diseño de los diferentes elementos estructurales (cimentación, muros, losas), que conforman el edificio cumpliendo con normas ecuatorianas y peruanas.

Comprobar si el aplastamiento del alma del muro no sobrepasa los límites permitidos a través del fisuramiento y esfuerzos axiales.

Verificar a cortante las columnas y vigas de confinamiento evitando sobrepasar los límites permitidos por la NEC 2015.

Realizar el análisis comparativo de los costos de construcción hasta obra gris, entre estructura mixta y mampostería confinada.

1.6. Metodología

Para el diseño del edificio D5 del conjunto habitacional Pedregal de Churolooma fue necesario recopilar información concerniente a: planos arquitectónicos, topográficos, estudio de suelos y los planos estructurales del diseño original de losas metálicas con vigas y columnas de hormigón.

1.7. Aspectos Generales del Proyecto.

1.7.1. Nombre del Proyecto

El proyecto escogido para el estudio fue el conjunto habitacional denominado “PEDREGAL DE CHUROLOMA”.

1.7.2. Entidad Ejecutora

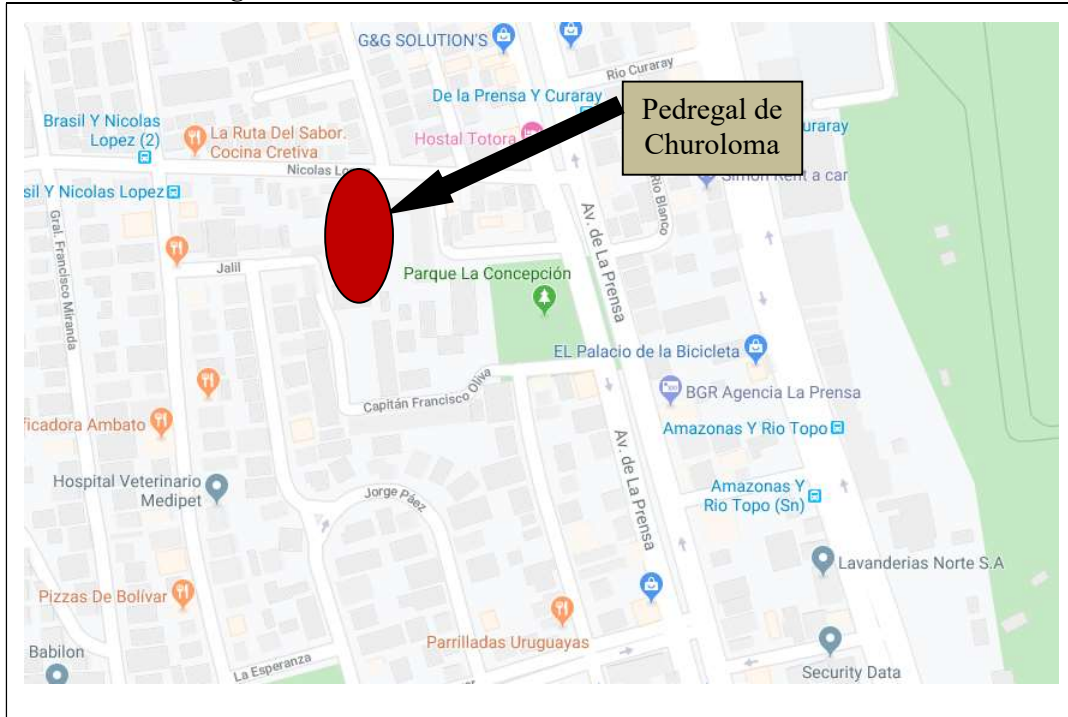
La empresa encargada del diseño estructural y construcción del proyecto fue “MONCAYO Y ROGGIERO CIA. LTDA.”, quienes con su amplia trayectoria en el diseño, planificación y construcción de obras civiles llevan a cabo la ejecución de este conjunto habitacional con rapidez, eficiencia y responsabilidad.

1.7.3. Localización

El conjunto habitacional “Pedregal de Churoloma” ubicado en la Av Nicolás Lopez y Av. De la Prensa, en el centro norte de Quito, parroquia La Concepción, provincia de Pichincha.

Figura 1

Ubicación, Pedregal de Churoloma



Elaborado por: Autor a través de Google Maps

1.7.4. Topografía

En forma general el terreno tiene una forma rectangular alargada de 80.00 m de ancho por 240.00 m de largo, con un área de 24012.27 m². Presenta una pendiente descendiente hacia el sur de 26.00 m de altura, su cota máxima es de 2332 m.s.n.m. y una cota mínima de 2306 m.s.n.m. (Ver Anexo 1. Plano Topográfico).

1.7.5. Estudio de Suelo

Para la exploración subterránea del suelo se realizó cinco perforaciones de 6.00 con ensayos de penetración estándar cada metro, además de tres calicatas superficiales, de las cuales se obtuvo que, las cotas designadas para cimentación están ubicadas en materiales limo arenoso (puede variar a arena limosa).

En cuanto a las cimentaciones, el estudio de suelos propone las siguientes recomendaciones:

- 1) Las columnas se apoyarán sobre zapatas aisladas, de preferencia cuadradas, desplantadas como mínimo 0.60 metros bajo la superficie del terreno actual (la profundidad de desplante se revisará si el diseño arquitectónico prevé rellenar parte del solar).
- 2) En estas condiciones, el valor de la capacidad de carga admisible neta a emplear en el proyecto será de 2.50 Kg/cm² (25.00 Ton/m²). La capacidad admisible bruta se tomará igual al valor neto antes mencionado.
- 3) El asentamiento de la cimentación será inferior a los 10mm., y en todo caso, menor al calculado como tolerable por la estructura.
- 4) Para el caso de análisis con cargas de sismo, los valores de capacidad de carga antes recomendados podrán incrementarse hasta en un 50% sin que se modifiquen los asentamientos.

(Ver Anexo 2. Estudio Geotécnico)

1.7.6. Uso de la Estructura

El edificio tiene un uso de viviendas distribuida de la siguiente manera:

Tabla 1

Uso de la estructura

Piso	Nivel	Uso
Planta Baja	+7.50	Dept. D5-11-1 y Dept. D5-13-1
Piso 1	+10.60	Dept. D5-11 y Dept. D5-13
Piso 2	+13.70	Dept. D5-21 y Dept. D5-23
Piso 3	+16.80	Dept. D5-31 y Dept. D5-33
Cubierta	+19.90	Losa Accesible para mantenimiento

Elaborado por: Autor

CAPÍTULO II

MAMPOSTERÍA CONFINADA

2.1. Sistema de mampostería estructural

Al hablar de mampostería estructural nos referimos, a que las cargas provenientes de las losas recaen únicamente sobre las mamposterías, que al tener ciertas modificaciones estructurales las convierten en muros de carga.

Esto optimiza la construcción tanto en velocidad, como en uso de materiales, ya que al no necesitar de encofrados complicados para las columnas se puede agilizar el proceso constructivo y debido a que carece de columnas se economiza en acero de refuerzo y en hormigón.

Al usar este tipo de mampostería estructural se está rigidizando la estructura y por ende las fisuras son menores. La mampostería estructural brinda ambientes térmicos y acústicos lo que garantiza el confort dentro de la vivienda.

En cuanto a tipos de mamposterías estructurales tenemos mucha variedad, de las cuales se hablará con más detalle posteriormente. Cada uno cumple con los requerimientos estructurales necesarios para brindar seguridad a la estructura.

2.2. Tipos de mamposterías estructurales

2.2.1. Mampostería con cavidad reforzada

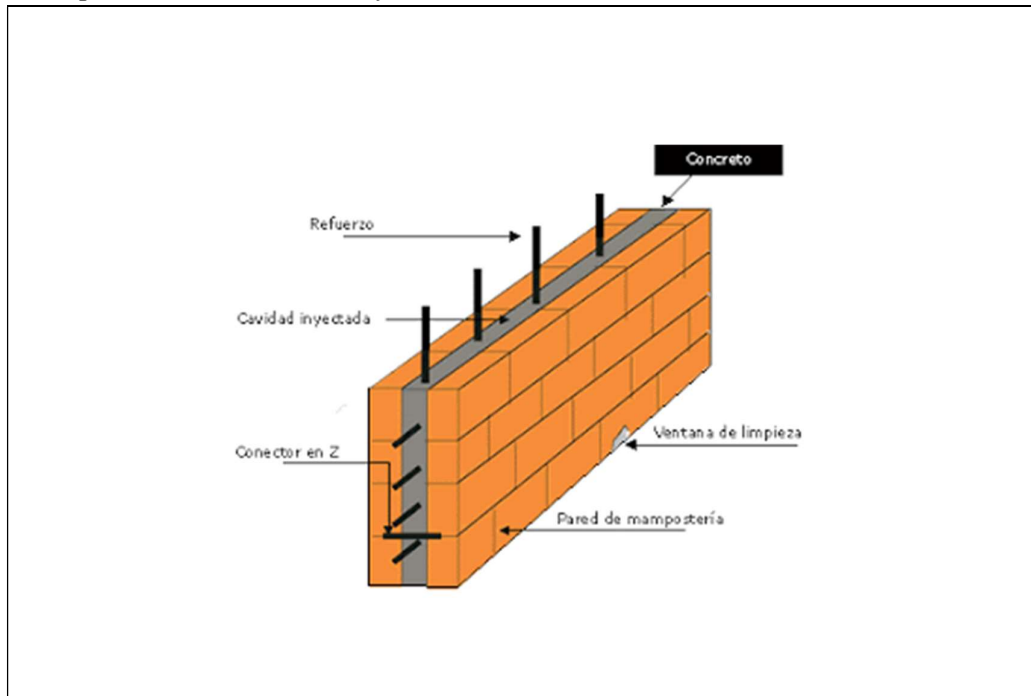
Consiste en la construcción de dos paredes de mampuestos (reforzadas o no) paralelas entre sí y separadas por un espacio, en el cual se coloca la armadura de refuerzo y posteriormente llenado con hormigón fluido.

El espesor mínimo total para este sistema es de 190 mm, que corresponde a 70 mm de cada pared y 50 mm de la cavidad (NEC_SE_MP, 2015).

Este sistema estructural está calificado dentro del diseño sismoresistente como un sistema con capacidad especial de disipación de energía (DES) en el rango inelástico (NSR-10-A, 2010).

Figura 2

Mampostería con Cavidad Reforzada



Fuente: (Stevenson, Carolina, 2014)

2.2.2. Mampostería reforzada

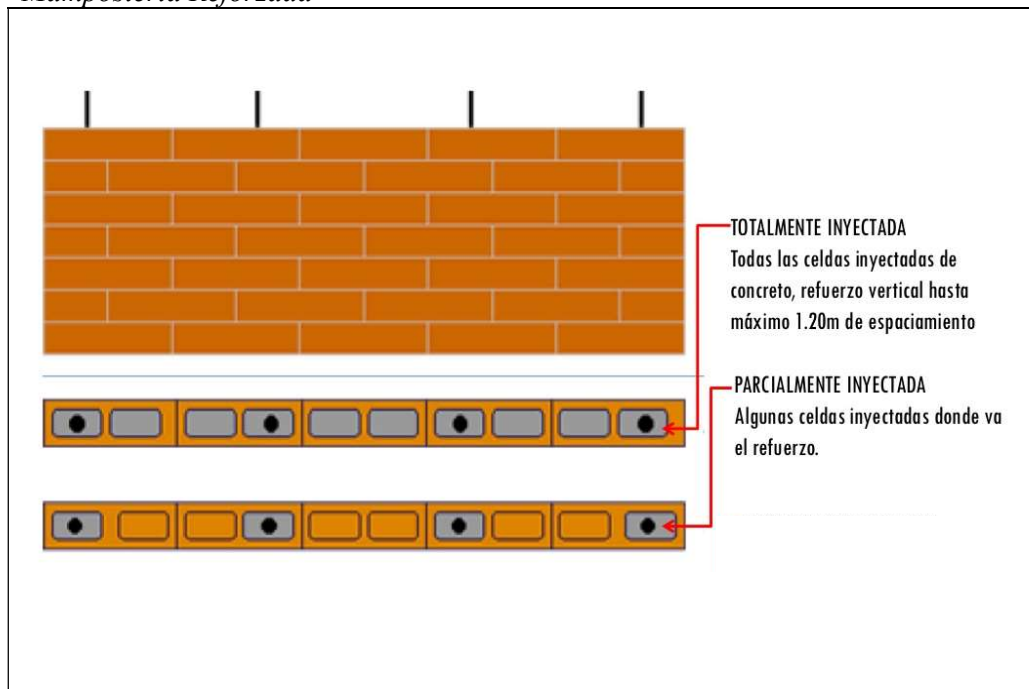
El sistema de mampostería reforzada está basado en piezas de mampostería de perforación vertical, unidos por medio de mortero y reforzada internamente con varillas de acero. El espesor nominal mínimo es de 120 mm (NEC_SE_MP, 2015)

En el caso de inyectar mortero en todas las celdas con o sin refuerzo, se clasifica como un sistema de con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (DES), según la NSR-10-A.

El otro caso es cuando se inyecta únicamente las celdas con los refuerzos se clasifica como un sistema de con capacidad moderado de disipación de energía en el rango inelástico (DMO), según la NSR-10-A.

Figura 3

Mampostería Reforzada



Fuente: (Stevenson, Carolina, 2014)

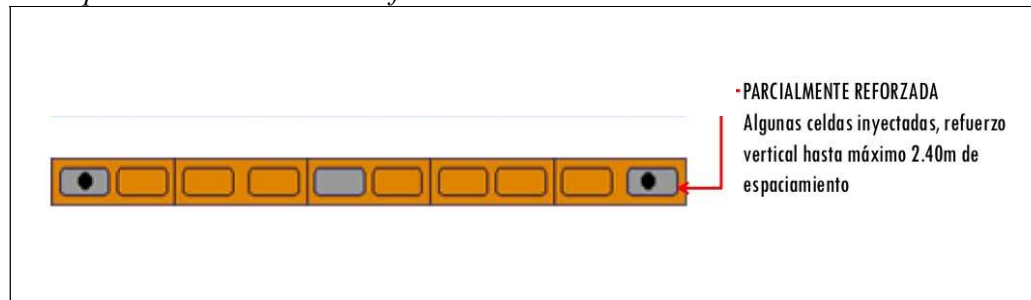
2.2.3. Mampostería parcialmente reforzada

Está construida a base de unidades de mampostería de perforación vertical unidos con mortero y con refuerzos únicamente en los extremos del muro. Dependiendo de los requerimientos se puede inyectar únicamente las celdas con refuerzo y si fuese el caso algunas más.

El espesor mínimo nominal de 120 mm (NEC_SE_MP, 2015), y este sistema se clasifica según la NSR-10-A con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (DMO).

Figura 4

Mampostería Parcialmente Reforzada



Fuente: (Stevenson, Carolina, 2014)

2.2.4. Mampostería no reforzada

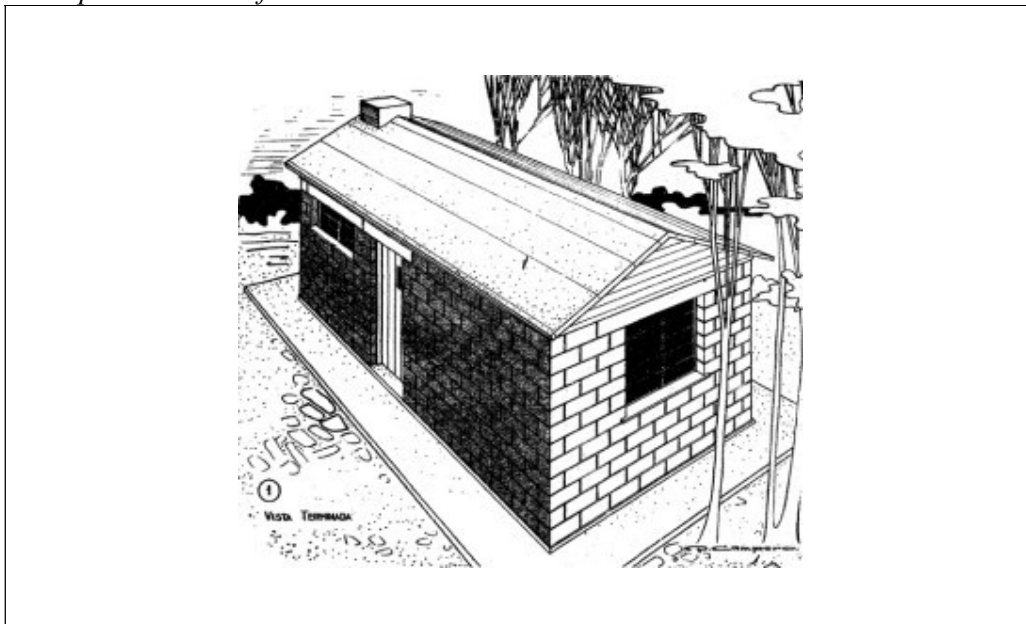
Una mampostería se clasifica como no reforzada cuando no cumple con los requerimientos mínimos establecidos por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente (NSR-10-D, 2010), en los capítulos D1, D2, D3 y D4.

Este tipo de mampostería no utiliza ningún tipo de refuerzo de confinamiento interior ni exterior, es decir no cumple con las cuantías mínimas de acero de refuerzo, únicamente es conformado por los mampuestos de concreto o arcilla cocida unidos por medio de mortero de pega. Está clasificada como un sistema de capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).

El espesor mínimo nominal para este tipo de mampostería debe ser de 120 mm según la Norma Ecuatoriana de la Construcción en su sección de Mampostería Estructural (NEC_SE_MP, 2015)

Figura 5

Mampostería No Reforzada



Fuente: (Como Hacer, 2013)

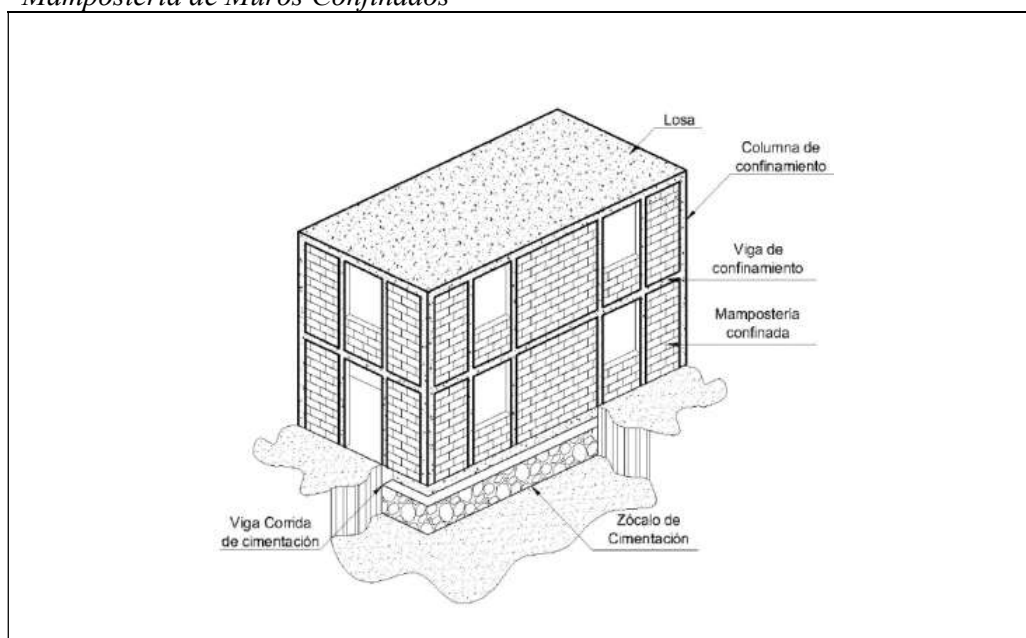
2.2.5. Mampostería de muros confinados

Son muros de mampostería rodeados de elementos verticales y horizontales de hormigón armado, que sirven como un marco para confinarlos y así trabajen de manera monolítica, estos elementos son elaborados una vez acabada la mampostería.

Según la NSR-10-A este sistema tienen una capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (DMO). El espesor mínimo nominal es de 110 mm.

Figura 6

Mampostería de Muros Confinados



Fuente: (MIDUVI, 2014)

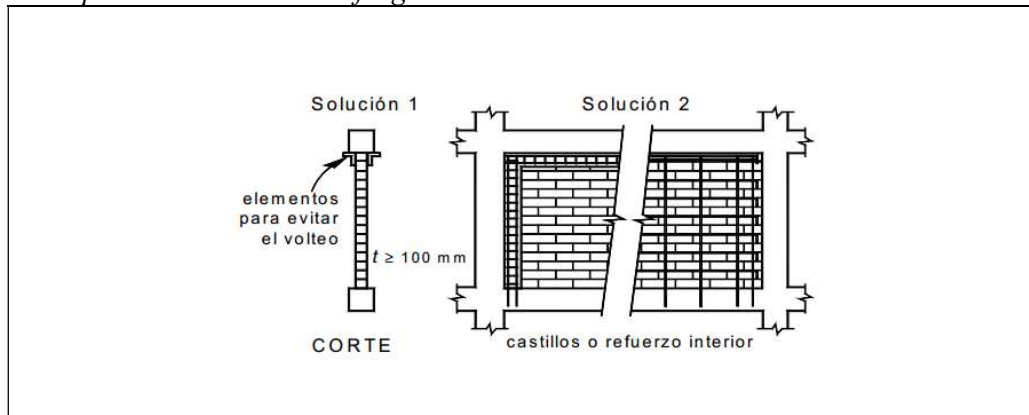
2.2.6. Mampostería de muros diafragma

Espesor nominal mínimo de 120 mm

Según NSR-10-D “Se considera como muros diafragma aquellos muros continuos desde la cimentación hasta el nivel superior de la edificación, rodeados completamente por vigas y columnas de una estructura de concreto reforzado y que al estar en contacto pleno con ella la rigidizan de manera similar al efecto de diagonales concéntricas dentro de un pórtico con diagonales. Para que un muro pueda ser considerado como diafragma, aparte de lo anterior, se limita su denominación a los muros sin aberturas ni juntas, de manera que el diafragma sea un solo cuerpo.”

Figura 7

Mampostería de Muros Diafragma



Fuente: (NTC Mampostería, 2017)

2.2.7. Mampostería reforzada externamente

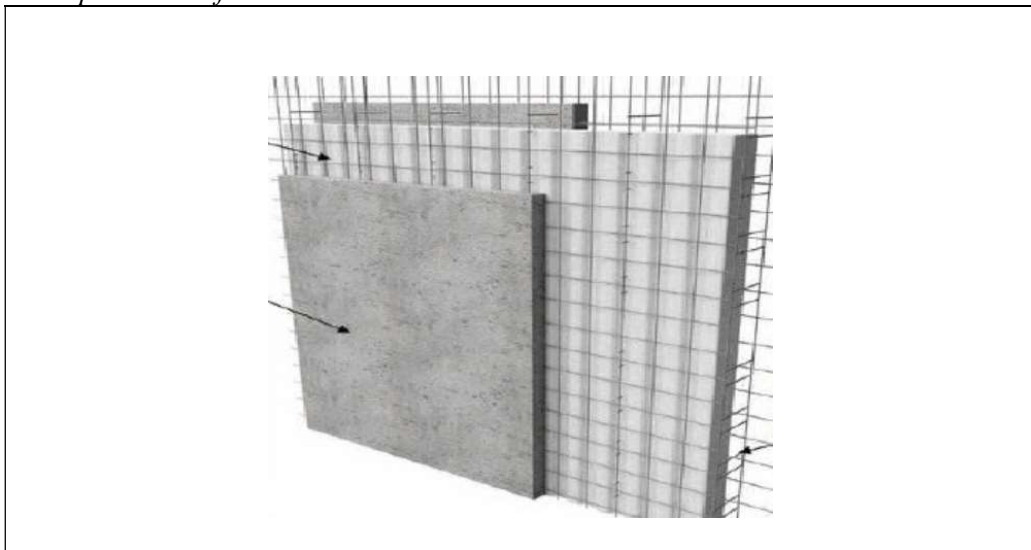
Consiste en colocar mallas electrosoldadas sobre las paredes en ambas caras, fijándolas con conectores y/o clavos de acero para luego ser cubiertas con el mortero.

Las unidades de mampostería para este sistema pueden ser de arcilla cocida, cemento de perforación vertical u horizontal. El espesor total no puede ser menor de 130 mm de los cuales corresponde 90 mm del muro y 20 mm de espesor del mortero de recubrimiento (NSR-10-D, 2010).

Este sistema, según la NSR-10-A tiene una capacidad mínima disipación de energía en el rango inelástico (DMI).

Figura 8

Mampostería Reforzada Exteriormente



Fuente: (Libardo Julio, 2016)

2.3. Elementos Estructurales con el sistema de mampostería confinada

Para que una estructura con el sistema de mampostería confinada sea sismoresistente, todos sus elementos deben cumplir con requerimientos establecidos en las normas, que en este caso serán las de la NEC 2015 y la NSR-10-D.

A continuación, se describe los requerimientos anteriormente mencionados de cada uno de los elementos del sistema.

2.3.1. Cimentación

Los elementos de la cimentación deben diseñarse con el fin de soportar el peso de todos los elementos de la superestructura y además de las reacciones del terreno, de modo que las fuerzas y momentos se transfieran al suelo en que se apoyan sin exceder la resistencia del suelo. Es importante no sobrepasar los asentamientos máximos permisibles.

El refuerzo vertical de muros y otros elementos deberá extenderse dentro de las zapatas generando un apoyo de empotramiento y deberá anclarse de modo que pueda alcanzarse el esfuerzo especificado de fluencia a la tensión. El refuerzo vertical deberá rematarse en dobleces a 90 grados cerca del fondo de la cimentación respetando los recubrimientos normativos, con los tramos rectos orientados hacia el interior del elemento vertical.

2.3.2. Muros confinados

El sistema muro confinado está conformado por los siguientes elementos:

2.3.2.1. Unidad de mampostería

Las unidades de mampostería pueden ser de arcilla cocida, silicio-calcáreas y hormigón. Estas pueden ser de perforación vertical, horizontal o macizas.

- ***Unidades de Perforación Vertical.*** - Se pueden usar en todos los tipos de mampostería estructural, el área de las celdas verticales no puede exceder al 65% de la sección transversal de la unidad.
- ***Unidades de Perforación Horizontal.*** - Solo se pueden usar en los sistemas de muros confinados, cavidad reforzada y reforzada externamente.

- **Unidades Macizas.** - Al igual que el anterior se puede usar únicamente en los sistemas de mampostería de muros confinados, cavidad reforzada y reforzada externamente.

2.3.2.2. Mortero de pega

Deben tener buena plasticidad, consistencia y además garantizar la adherencia entre las unidades de mampostería.

Los morteros de pega se clasifican en 5 tipos según la NEC 2015:

Figura 9

Tipos de mortero, dosificación y resistencia mínima a compresión a los 28 días

Tipo de mortero	Resistencia mínima compresión días (MPa)	a 28	Composición en partes por volumen		
			Cemento	Cal	Arena
M20	20.0		1	-	2.5
M15	15.0		1	-	3.0
			1	0.5	4.0
	10.0		1	-	4.0
M10			1	0.5	5.0
M5	5.0		1	-	6.0
			1	1.0	7.0
M2.5	2.5		1	-	7.0
			1	2.0	9.0

Fuente: (NEC_SE_MP, 2015)

2.3.2.3. Mortero de Relleno

Este mortero debe tener la consistencia y fluidez suficiente para penetrar en las celdas de inyección sin provocar segregación.

Existen dos tipos de mortero de relleno el fino y el grueso.

Figura 10

Clasificación y dosificación por volumen de mortero de relleno

Tipo de mortero	Cemento hidráulico	Agregados / cemento			
		Fino		Grueso (tamaño < 10 mm)	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.
Fino	1	2.25	3.5	-	-
Grueso	1	2.25	3.0	1	2

Fuente: (NEC_SE_MP, 2015)

El tamaño máximo del árido no será mayor a 10mm cuando rellene celdas no menores a 50mm, y el árido no será mayor a 20mm cuando rellene celdas no menores a 100mm.

2.3.2.4. Columnas de confinamiento

Son elementos verticales de hormigón armado que se colocan en los extremos de los muros, deben ser continuos desde la cimentación hasta la última planta de la estructura y se construyen posterior a alzado del muro. El espesor mínimo es el ancho del muro y el área mínima es de 200 cm².

El refuerzo longitudinal no debe ser menor de 3 varillas de $\Phi=10$ mm (0.0075 de la sección del elemento). El refuerzo transversal consiste en estribos con un $\Phi=6$ mm separados a 200 mm o 1.5 veces la menor dimensión del elemento.

Estos elementos influyen en la resistencia a la carga vertical de los muros, además lo rigidiza disminuyendo las deflexiones laterales del mismo.

2.3.2.5. Vigas de confinamiento

Son elementos horizontales de hormigón armado que se colocan en la parte superior e inferior del muro. Se construyen posterior al alzado del muro. El espesor mínimo es el ancho del muro y el área mínima es de 200 cm².

El refuerzo longitudinal no debe ser menor de 3 varillas de $\Phi=10$ mm (0.0075 de la sección del elemento). El refuerzo transversal consiste en estribos con un $\Phi=6$ mm separados a 200 mm o 1.5 veces la menor dimensión del elemento.

Sobre la cimentación debe colocarse una viga de amarre que cumpla los requerimientos anteriormente expuestos.

Las cintas de amarre son elementos complementarios a las vigas de confinamiento que se colocan en antepechos de ventanas, sobre los marcos de las puertas, etc. Estas cintas tienen un ancho igual al del muro y una altura de 10 cm. Con un refuerzo de 2 varillas de $\Phi=10$ mm.

2.3.2.6. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe estar libre de grasa, aceites o corrosión y figurado de acuerdo con los planos, previo a la fundición para asegurar la adherencia al hormigón. Debe estar colocado de tal manera que cumpla con los recubrimientos normativos

2.3.3. Losas

Son elementos hormigón armado que se usan como entrepisos y techos de una edificación.

Los elementos resistentes de piso y techo deberán anclarse sobre los muros de modo que puedan alcanzar la unidad de la estructura; es decir, lograr que los muros y columnas se deformen en una misma cantidad en cada nivel frente a un movimiento sísmico.

Se debe garantizar que el apoyo de la losa no cause volcamiento en la hilada de apoyo por exceso de excentricidad, ni que haya la posibilidad de desprendimiento de la losa en la etapa constructiva o en la de servicio.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

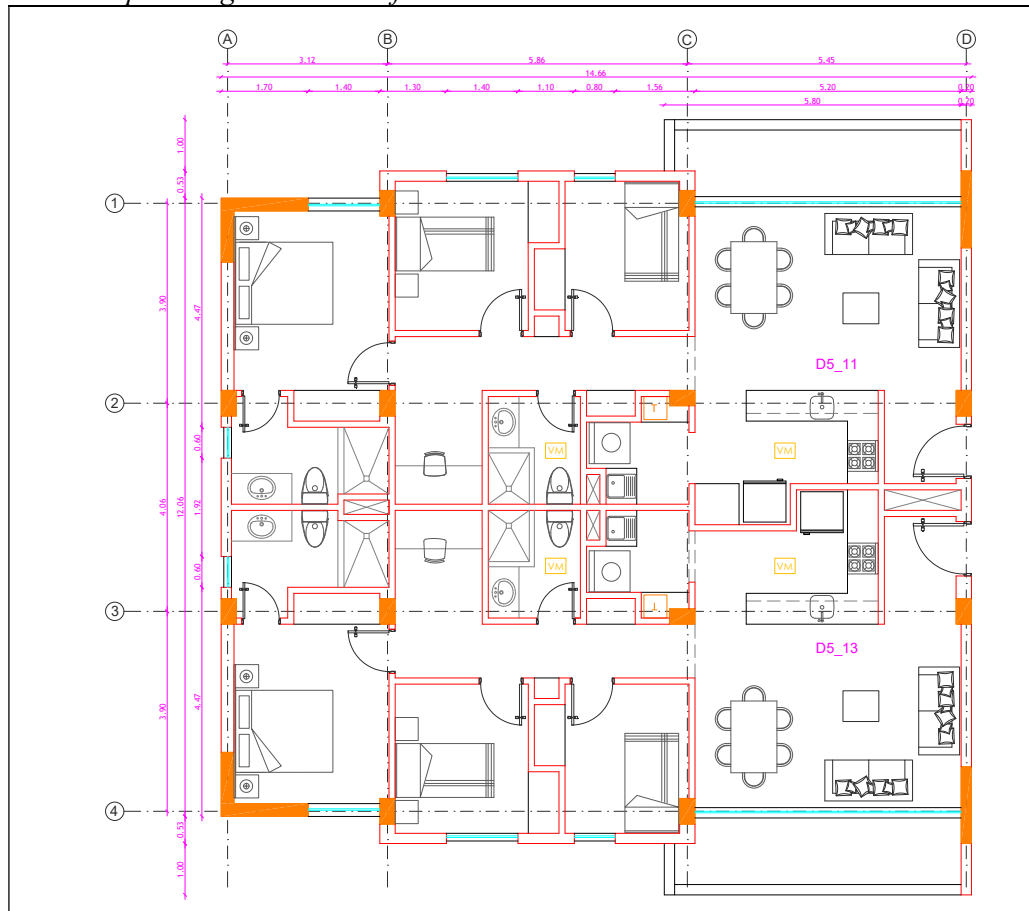
3.1. Generalidades de la estructura

La estructura por diseñar es un edificio de tres pisos destinados a ser usados como vivienda, no dispone de subsuelos, con un área de planta tipo de 201.05m².

El nivel más alto de la edificación es de +19.90m y el nivel más bajo es de +7.50m.

Figura 11

Planta típica original de la edificación



Elaborado por: Autor

3.1.1. Análisis de estructura mixta originalmente propuesta

La empresa MONCAYO Y ROGGIERO CIA. LTDA. encargada del diseño estructural y construcción del edificio propuso una estructura mixta de pórticos de hormigón armado y losas de placa metálica colaborante con un sistema de cimentación de plintos aislados y zapatas corridas. La cota de cimentación es de N+6.30m es decir a 1.20m de profundidad.

El edificio está dispuesto en una planta baja y tres plantas altas, todas destinadas a vivienda, con el nivel más alto de N+19.90 donde está la terraza accesible únicamente para mantenimiento, la altura total del edificio es de 12.40m. El área de cada planta es de 201.05 m², la cual incluye vivienda y pasillos de acceso. La grada es independiente del edificio, ya que esta es usada también para el otro bloque de viviendas, motivo por el cual no está considerada dentro del análisis.

En cuanto a la superestructura, está compuesta de dos tipos elementos verticales los cuales son columnas rectangulares y muros de corte, ambos de hormigón armado con un $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

Los elementos horizontales principales (vigas) son de hormigón armado con iguales materiales que las columnas y de sección rectangular. De las vigas principales nacen las vigas secundarias que son metálicas, conformando así el apoyo necesario para la placa colaborante.

La placa colaborante o deck metálico es de espesor de 0.76mm y que en conjunto con la loseta de hormigón llega a tener una altura total de 12 cm.

Toda esta información fue tomada de los planos estructurales y arquitectónicos proporcionados por la empresa constructora (Anexo 3 y Anexo 4).

3.2. Bases de diseño

Para el diseño estructural de la edificación se tuvo que realizar unas leves modificaciones en cuanto a la arquitectura; específicamente a las mamposterías de los ejes B y C los cuales se ampliaron a 20 cm en su espesor, también se alineó las paredes en la zona comprendida entre los ejes 2-3 y C-D, además se colocó dos muros horizontales de 1.50m de longitud en los balcones, los muros entre los ejes 2-3 y B-C se ensancharon a 20cm, se usó losa alivianada en dos direcciones y no placa colaborante como lo propuso la empresa constructora, y por último se adicionó dos muros horizontales de 1.20m en los mesones de cocina.

Tabla 2

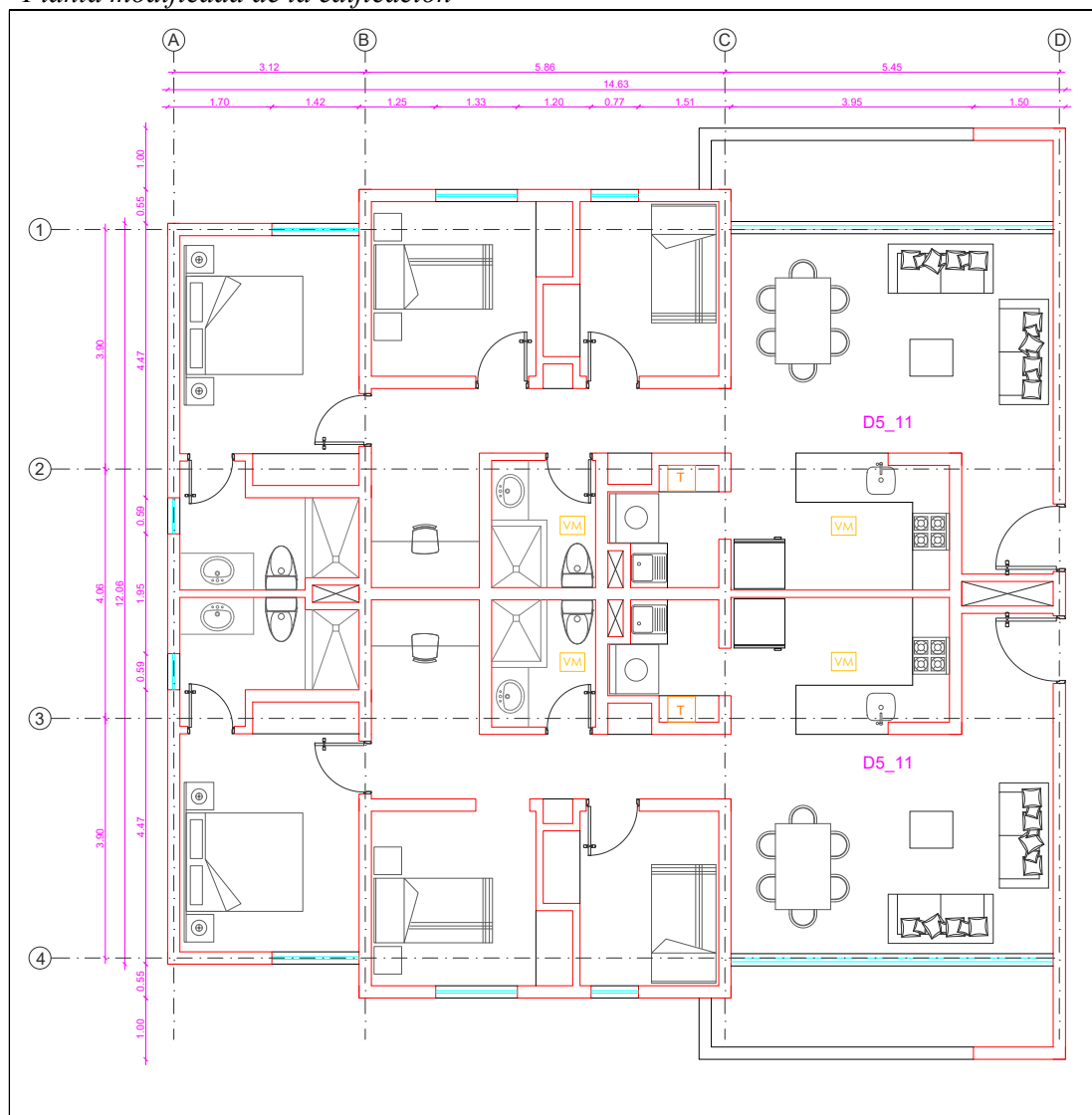
Características Edificio D5

Ubicación	Quito
Uso	vivienda
Altura entrepiso	3.10 m
Antepecho terraza	0.40 m
Altura total (basal)	12.40
N pisos	3.00
Área planta tipo	201.05 m2

Elaborado por: Autor

Figura 12

Planta modificada de la edificación



Elaborado por: Autor

3.2.1. Cargas

Las cargas vivas fueron tomadas del código NEC_SE_CG (cargas no sísmicas), capítulo 4.2 sección 4.2.1 tabla 9 “Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas y concentradas”. A continuación, se presenta el resumen de las cargas vivas y los pesos de los materiales usadas en el diseño:

Tabla 3

Carga de diseño

Descripción	Carga Viva (ton/m2)
Vivienda	0.20
Terraza accesible para mantenimiento	0.14

Elaborado por: Autor

En cuanto a las sobrecargas, se tiene el siguiente cuadro resumen con los pesos específicos de los materiales usados con los que posteriormente se realizará el metrado de cargas.

Tabla 4

Pesos

PESOS ESPECÍFICOS	
Peso hormigón	2.40 ton/m3
Peso masillado	2.20 ton/m3
Peso acabados piso	2.20 ton/m3
Peso mampostería	1.80 ton/m3
Peso enlucido	2.20 ton/m3
PESOS POR M2	
Peso ventanas	0.02 ton/m2
Peso instalaciones	0.01 ton/m2
Peso cielo falso	0.02 ton/m2

Elaborado por: Autor

3.2.2. Combinaciones de cargas

En la NEC_SE_CG (cargas no sísmicas), capítulo 3.4 sección 3.4.3 “Combinaciones para el diseño de última resistencia”, se muestra siete combinaciones de cargas, en base a las cuales se realizó las siguientes variaciones.

Estas combinaciones de cargas fueron usadas en el modelado total de la estructura con el paquete computacional ETABS 2017.

Tabla 5

Combinaciones de Carga ETABS

combo1	1.4D+1.4S
combo2	1.2D+1.2S+1.6L
combo3	1.2D+1.2S+1.0L+1.0SX
combo4	1.2D+1.2S+1.0L-1.0SX
combo5	1.2D+1.2S+1.0L+1.0SY
combo6	1.2D+1.2S+1.0L-1.0SY
combo7	1.2D+1.2S+1.0L+1.0DX
combo8	1.2D+1.2S+1.0L+1.0DY
combo9	0.9D+0.9S
combo10	0.9D+0.9S+1.0SX
combo11	0.9D+0.9S-1.0SX
combo12	0.9D+0.9S+1.0SY
combo13	0.9D+0.9S-1.0SY
combo14	0.9D+0.9S+1.0DX
combo15	0.9D+0.9S+1.0DY

Elaborado por: Autor

Para el diseño de los muros confinados se realizó tres controles, los cuales están en la tabla 6.

Tabla 6

<i>Combinaciones de cargas para diseño de muros confinados</i>	
Control	Cargas Usadas
Esfuerzo Axial	1.0D+1.0S+1.0V
Fisuración	Sismo Moderado
Agrietamiento Diagonal	Sismo Severo

Elaborado por: Autor

El sismo severo según la NEC 2015, es un sismo raro con un periodo de retorno de 475 años y una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años, con un correspondiente coeficiente de comportamiento sísmico (R), que es con lo que se diseña en nuestro país.

Ahora para el presente proyecto se controla la fisuración ante un sismo moderado, el cual si es mencionado en la norma NEC 15, pero como no se diseña para este tipo de sismos no se encuentra un valor de R, razón por la cual se opta por usar el artificio recomendado en la norma peruana E-070 que indica que para obtener un valor R para sismo moderado se debe duplicar el valor de R de sismo severo.

El objetivo de este control en sismo moderado es el de evitar fisuras en los muros ante sismos ocasionales(moderado), que para edificaciones aporticadas no representa ningún peligro para la estructura, ya que las mamposterías se pueden fisurar sin que afecte a la eficiencia de la estructura, por lo que estas son usadas simplemente como medios divisorios, de acústica, etc. A diferencia de la mampostería estructural no se permite ninguna fisura ante sismos ocasionales (moderado).

Se permite fisuras en las estructuras de mampostería confinada únicamente cuando esta haya sido expuesta a un sismo severo (raro).

3.2.3. Tipo de estructura

La edificación tiene una estructura de conformación mixta, en la cual los elementos soportantes verticales son muros de mampostería confinada, las vigas, las losas de entrepiso y las cimentaciones son de hormigón armado. El uso de la estructura es de vivienda, dispuesta en cuatro pisos con una altura total de 12.40m.

3.2.4. Método de diseño

El método utilizado para el diseño de todos los elementos de hormigón armado exceptuando los de confinamiento, fue el de *Última Resistencia*, contemplando fuerzas gravitacionales (Permanente + Sobrecarga) y fuerzas de sismo, con amplificación de carga y reducción de resistencia, siguiendo norma NEC-2015.

Por otro lado, para el diseño de los muros confinados se usó la Norma E-070 en la que indica que estos deben fallar por corte, manteniendo los mampuestos unidos a los confinamientos y sin producirse el vaciado del muro. El diseño está orientado a resistir eventos sísmicos frecuentes (sismo moderado) y a proveer la necesaria resistencia para soportar el sismo severo, con el propósito de limitar los daños y estos sean económicamente reparables con procedimientos sencillos.

El cálculo de los momentos, cortes, deflexiones y desplazamientos se los obtuvo a través del modelado en el paquete computacional ETABS en su versión 2017, mientras que para el cálculo de los muros confinados se usó hojas de Excel.

3.2.5. Normas y códigos

Las normas usadas son:

- La Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC 2015).
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)
- American Concrete Institute (ACI 318-19).
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (México).
- Reglamento Peruano de Edificaciones (E-070)

3.2.6. Materiales

Los materiales usados para el diseño del edificio son:

- **Hormigón.** – En este proyecto se usó únicamente hormigón de resistencia a los 28 días $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. El módulo de elasticidad de acorde a la NEC 2015, se la puede obtener con la siguiente formula, aclarando que se realizó las conversiones respectivas por las unidades.

$$E = 4,7\sqrt{f'c} \text{ (GPa)} \quad (\text{Ec.1})$$

Tabla 7

Especificaciones del hormigón

HORMIGÓN		
Resistencia a la compresión	$f'c =$	210 kg/cm ²
Módulo de elasticidad	$E_c =$	217370.65 kg/cm ²
Módulo de Poisson	$\nu =$	0.15
Módulo de corte	$G_c =$	94508.98 kg/cm ²

Elaborado por: Autor

- **Acero de refuerzo**

Como una de las características principales del acero de refuerzo a parte de su esfuerzo a la fluencia es la poseer una superficie corrugada para facilitar su adherencia al hormigón. Se debe tener además estricto cumplimiento con lo indicado en los planos para evitar así fisuras, agrietamiento o sea expuesto a la corrosión, corriendo el riesgo de un posible colapso de la estructura.

Tabla 8

Especificaciones del acero de refuerzo

ACERO DE REFUERZO		
Esfuerzo de fluencia	$f_y =$	4200 kg/cm ²
Deformación unitaria máxima	$\epsilon_s =$	0.0021
Módulo de elasticidad	$E_s =$	2000000 kg/cm ²

Elaborado por: Autor

- **Unidad de mampostería**

Los mampuestos deben cumplir con las pruebas mínimas de obra indicadas en la *Guía de Mampostería Confinada* del MIDUVI 2017y pruebas más rigurosas de laboratorio como indica la NEC-SE-MP. Además, se debe usar mampuestos con dimensiones comerciales como fue el caso de este proyecto con uno de 20x20x40 cm. Los datos técnicos adicionales de los mampuestos fueron tomados de la E-0.70.

Tabla 9

Especificaciones de la mampostería

MAMPOSTERÍA		
Resistencia a Compresión Axial de las Unidades	$f'_b =$	145.00 kg/cm ²
Resistencia a Compresión Axial en Pilas	$f'_m =$	81.58 kg/cm ²
Resistencia al Corte en Muretes	$v'_m =$	9.03 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad bloque concreto	$E_m =$	73419.84 kg/cm ²
Módulo de corte	$G_a =$	2936.79 kg/cm ²
Módulo de Poisson	$\nu =$	0.25

Elaborado por: Autor

3.3. Diseño de elementos estructurales

3.3.1. Prediseño de losa

Considerando que las losas de entre piso son de hormigón armado, por tal motivo se tomó en cuenta las siguientes consideraciones para el prediseño. El paño crítico es el conformado entre los ejes B-C y 1-2.

Tabla 10

Resumen características de losas

f_c =	210	kg/cm ²
f_y =	4200	kg/cm ²
luz larga=	5.86	m
luz corta=	3.04	m
ancho viga asumida=	0.20	m
luz libre (ln)=	5.66	m
β =	1.99	< 2 bidireccional

Elaborado por: Autor

Con estos datos se procedió a calcular el alto mínimo de losa en equivalencia maciza (Tabla 8.3.1.2 – ACI 318-19).

$$h_{min\ maciza} = \frac{\ln \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9B} \quad (Ec.2)$$

$$h_{min\ maciza} = \frac{5.66 * 100 \left(0.8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + 9 * 1.99}$$

$$\boxed{h_{min\ maciza} = 11.54cm}$$

$$B = \frac{5.86 - 0.20}{3.04 - 0.20} = 1.99$$

Se verifica la relación de la rigidez de las vigas con la rigidez de la losa.

$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} * I_b}{E_{cs} * I_s} \quad (Ec.3)$$

Donde:

α_{fm} Relación promedio de rigideces de viga - losa

E_{cb} Módulo de elasticidad de la viga

Ecs Módulo de elasticidad de la losa

Ib Momento de inercia de la sección bruta de la viga con respecto al eje que pasa por el centroide.

Is Momento de inercia de la sección bruta de la losa con respecto al eje que pasa por el centroide.

La ecuación 3 se reduce a una relación de inercias debido a que la losa y las vigas tienen el mismo material

$$\alpha f m = \frac{Ib}{Is}$$

Tabla 11

Resumen relación de rigideces viga - columna

Viga	Condición	bf (cm)	Ib (cm4)	Is (cm4)	αf
VX2	borde	10	66666.6667	19482.22	3.42
VX5	central	40	64333.3333	30825.49	2.09
VY2	central	20	13333.33333	57549.46	0.23
VY3	central	40	64333.3333	72487.97	0.89
$\alpha f m$					1.66

Elaborado por: Autor

Como $0.2 < \alpha f m \leq 2.0$ entonces usamos la fórmula

$$h_{min \text{ maciza}} = \frac{\ln \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5B(\alpha f m - 0.2)} \quad (\text{Ec.4})$$

$$h_{min \text{ maciza}} = \frac{(5.66 * 100) \left(0.8 + \frac{210}{1400} \right)}{36 + 51.99(\alpha f m - 0.2)}$$

$$\boxed{h_{min \text{ maciza}} = 12.32 \text{ cm}}$$

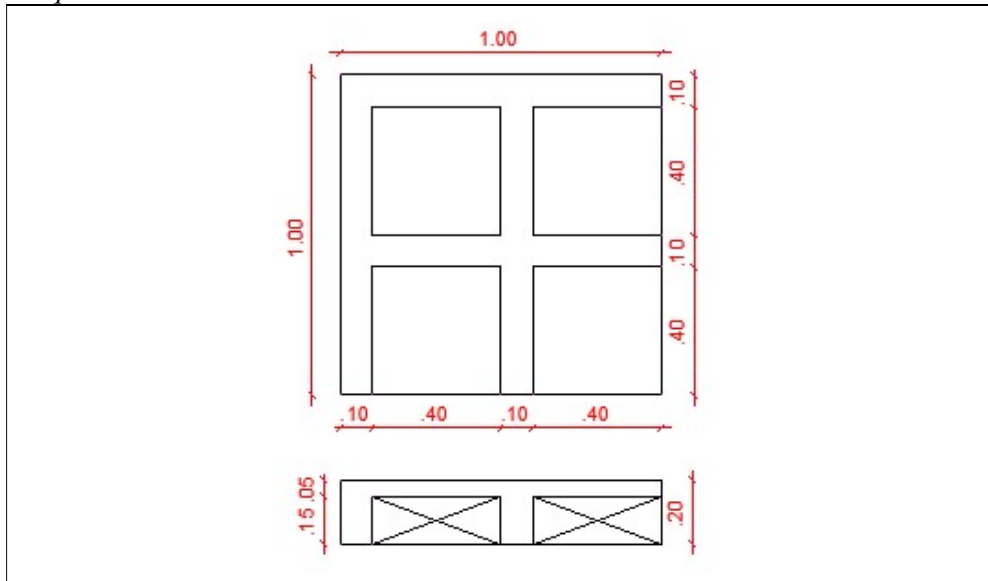
Luego se realiza la equivalencia a losa aliviana, el cual nos dio un resultado de:

$$\boxed{h_{min \text{ alivianada}} = 20 \text{ cm}}$$

Definido la altura de la losa se procedió a calcular el peso por m2 de losa para, con el que posteriormente se obtendrá el peso muerto (D).

Figura 13

Esquema losa alivianada



Elaborado por: Autor

$$P. losa = [2(0.10 * 1.00 * 0.15) + 2(0.10 * 0.80 * 0.15) + (1.00 * 1.00 * 0.05)] \\ * 2.4 + (8bloques * 0.20 * 0.15 * 0.40 * 0.86675)$$

$$P. losa = 0.33ton/m^3$$

Con el peso de la losa ahora se procede a calcular el peso muerto (D) que consta de masillado, recubrimiento, instalaciones, cielo falso y mampostería no estructural. Cabe aclarar que, para calcular el peso de la mampostería no estructural, se realizó una suma total y se dividió para el área de la planta, para obtener un peso promedio de la mampostería no estructural por metro cuadrado. Que a diferencia del diseño de muros confinados se necesita calcular exactamente cuanta de esta mampostería actúa sobre cada muro.

$$D = P. losa + masillado + recubrimiento piso + cielo falso + instalaciones \\ + mampostería no estructural$$

$$D_{\text{piso típico}} = 0.33\text{ton/m}^2 + (0.02\text{m} * 2.2\text{ton/m}^3) + (0.02\text{m} * 2.20\text{ton/m}^3) \\ + 0.02\text{ton/m}^2 + 0.02\text{ton/m}^2 + 0.24\text{t}$$

$$D_{\text{piso típico}} = 0.70 \text{ ton/m}^2$$

$$D_{\text{terraza}} = 0.33\text{ton/m}^2 + (0.02\text{m} * 2.2\text{ton/m}^3) + (0.02\text{m} * 2.20\text{ton/m}^3) \\ + 0.02\text{ton/m}^2 + 0.02\text{ton/m}^2 + 0.07\text{ton/m}^2$$

$$D_{\text{terraza}} = 0.53\text{ton/m}^2$$

En la siguiente tabla se detalla el metrado de mamposterías no estructurales.

Tabla 12

Peso mampostería no estructural

Peso mampostería (inc. Enlucido) 20cm=	0.40 ton/m ²
Peso mampostería (inc. Enlucido) 12cm=	0.26 ton/m ²
Peso dintel (inc. Enlucido) 20x10cm=	0.05 ton/m
Peso dintel (inc. Enlucido) 12x10cm=	0.03 ton/m

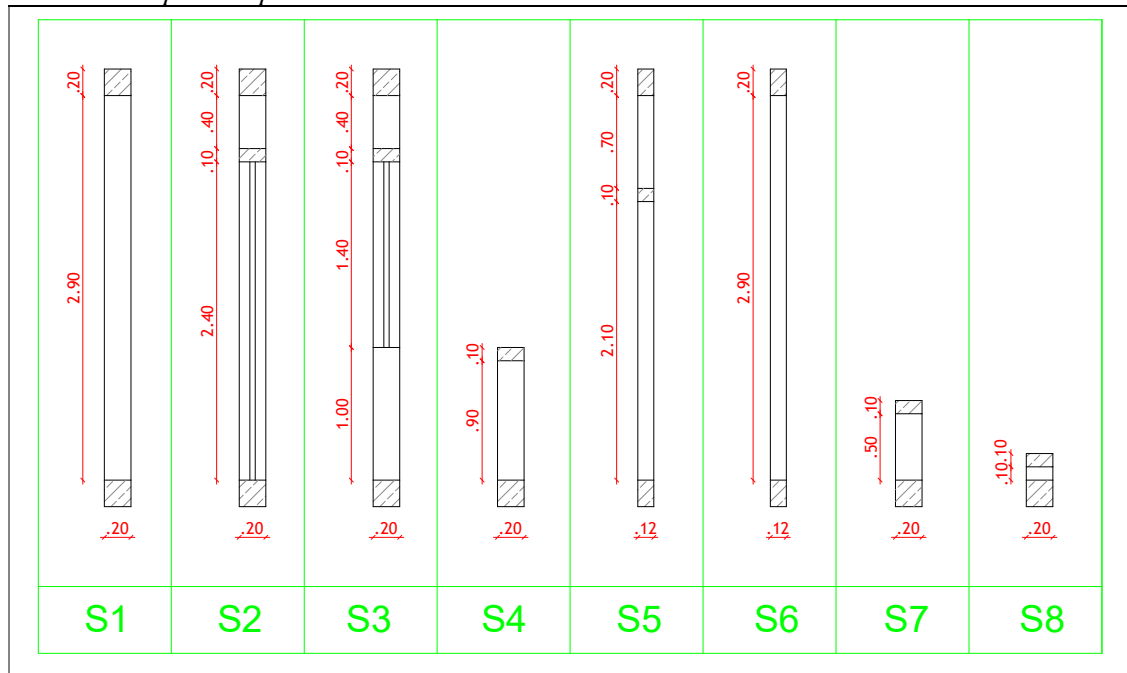
	Tipo	Espesor (m)	Longitud (m)	Sección tipo	Peso secciones muros (ton/m)	Peso mampostería (ton)
Piso típico	mampostería	20.00	5.88	S1	1.17	6.89
	mampostería	12.00	38.24	S6	0.75	28.83
	ventana piso-techo	20.00	17.56	S2	0.26	4.60
	ventana alta	20.00	1.18	S3	0.65	0.76
	puertas	12.00	12.00	S5	0.22	2.58
	antepecho	20.00	10.94	S4	0.42	4.55
Terraza	antepecho	20.00	42.24	S7	0.25	10.75
	bordillo	20.00	30.44	S8	0.09	2.82
Peso Mamp. Piso Típico=						48.22
Peso Mamp. Terraza=						13.57
Sobrecarga piso típico (ton/m²)=						0.24
Sobrecarga terraza (ton/m²)=						0.07

Elaborado por: Autor

Para la determinación más detallado del peso de la mampostería no estructural se realizó secciones tipo de los diferentes casos mamposterías.

Figura 14

Secciones tipo mampostería no estructural



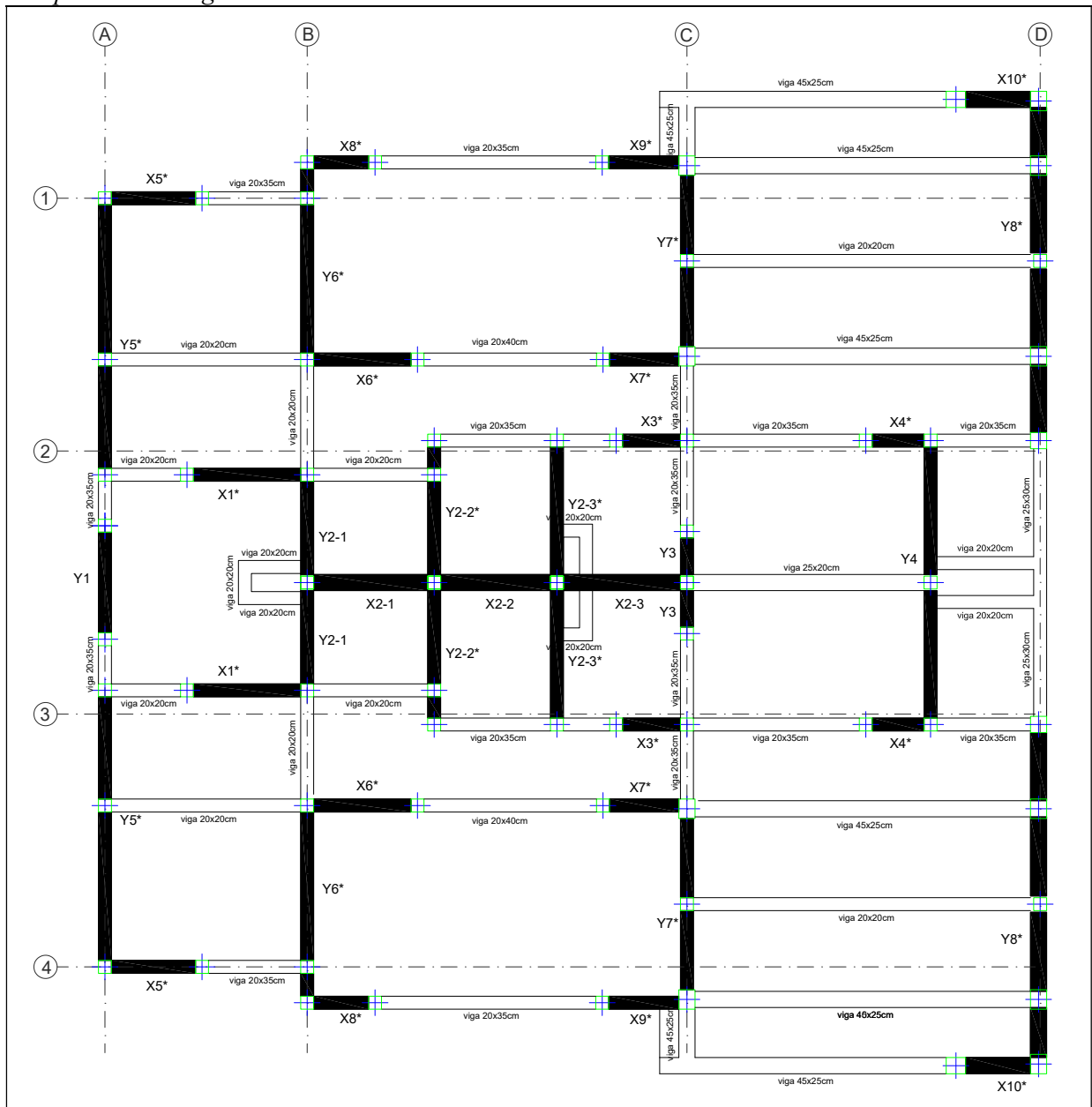
Elaborado por: Autor

3.3.2. Prediseño de vigas

Debido a los muros confinados, las vigas descansan en las columnas de confinamiento de estos muros. A continuación, se presenta una disposición de vigas tentativa, las mismas que serán verificadas posteriormente con el programa ETABS.

Figura 15

Disposición de vigas

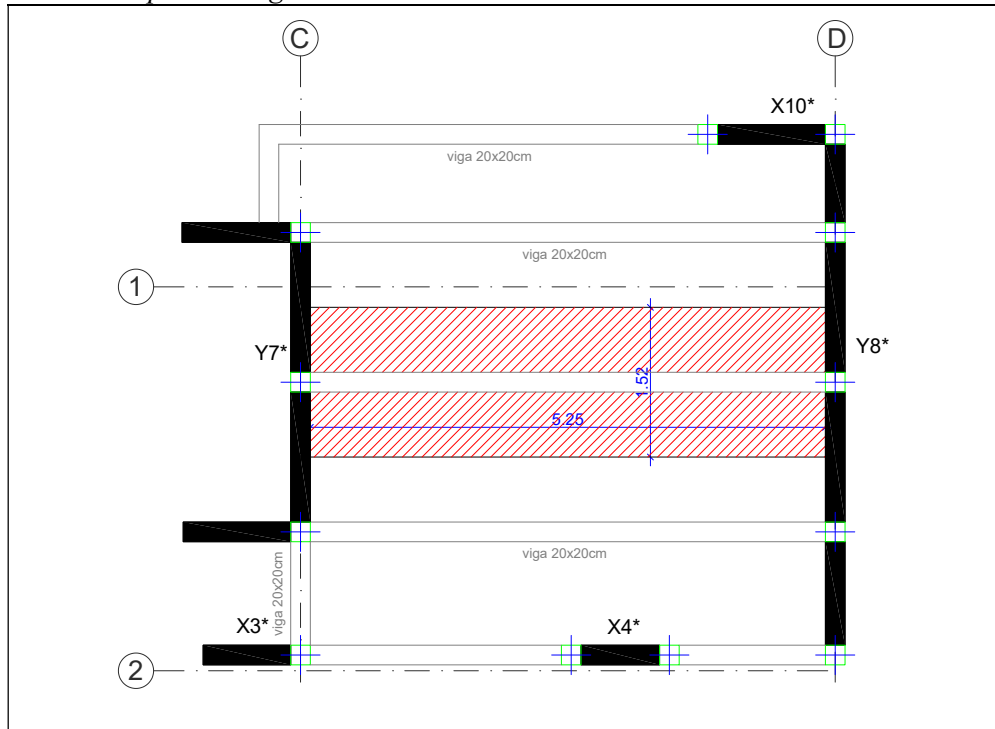


Elaborado por: Autor

Para el prediseño de las vigas comenzaremos calculando el ancho cooperante de la viga más cargada y con mayor luz.

Figura 16

Ancho cooperante viga



Elaborado por: Autor

En el prediseño de vigas se debe considerar que esta doblemente apoyada. Primero se obtiene la “U” que corresponde a 1.2 de carga muerta más 1.6 de carga viva.

$$U = 1.2D + 1.6L \quad (\text{Ec.5})$$

$$U = (1.2 * 0.70\text{ton}/\text{m}^2) + (1.6 * 0.20\text{ton}/\text{m}^2)$$

$$U = 1.16\text{ton}/\text{m}^2$$

$$qu = U * \text{ancho cooperante}$$

$$qu = 1.16\text{ton}/\text{m}^2 * 1.52\text{m}$$

$$qu = 1.76\text{ton}/\text{m}$$

Calculamos el momento de diseño:

$$Mu = \frac{qu * L^2}{10}$$

$$Mu = \frac{(1.76\text{ton/m}) * (5.25\text{m})^2}{10}$$

$$\boxed{Mu = 4.85\text{ton} - m}$$

Y por último obtenemos el valor “ d ” con la siguiente expresión:

$$d = 7 \sqrt{\frac{Mu}{b}} \quad (\text{Ec.6})$$

$$d = 7 \sqrt{\frac{4.85\text{ton} - m}{0.20\text{m}}}$$

Asumimos una base $b=0.20\text{m}$

$$d = 34.47\text{cm}$$

$$h = d + rec + \emptyset var/2$$

$$h = 34.47\text{cm} + 3\text{cm} + 0.8\text{cm}$$

$$h = 38.27\text{cm}$$

$$\boxed{h \text{ asumido} = 40\text{cm}}$$

3.3.3. Diseño de muros confinados.

Para las consideraciones previas de los muros confinados nos basaremos en la norma colombiana D-NSR-10 y el reglamento peruano E-070, en la que la primera recomendación es acerca del espesor de los muros, que deben cumplir las siguientes expresiones:

Espesor de los muros.

$$100mm \leq emuro \wedge \frac{\text{altura libre muro}}{emuro} \leq 25$$

Para los muros de 20cm de espesor:

$$100mm \leq 200mm \wedge \frac{3100mm}{200mm} \leq 25$$

$$100mm \leq 200mm \wedge 15.5 \leq 25 (OK)$$

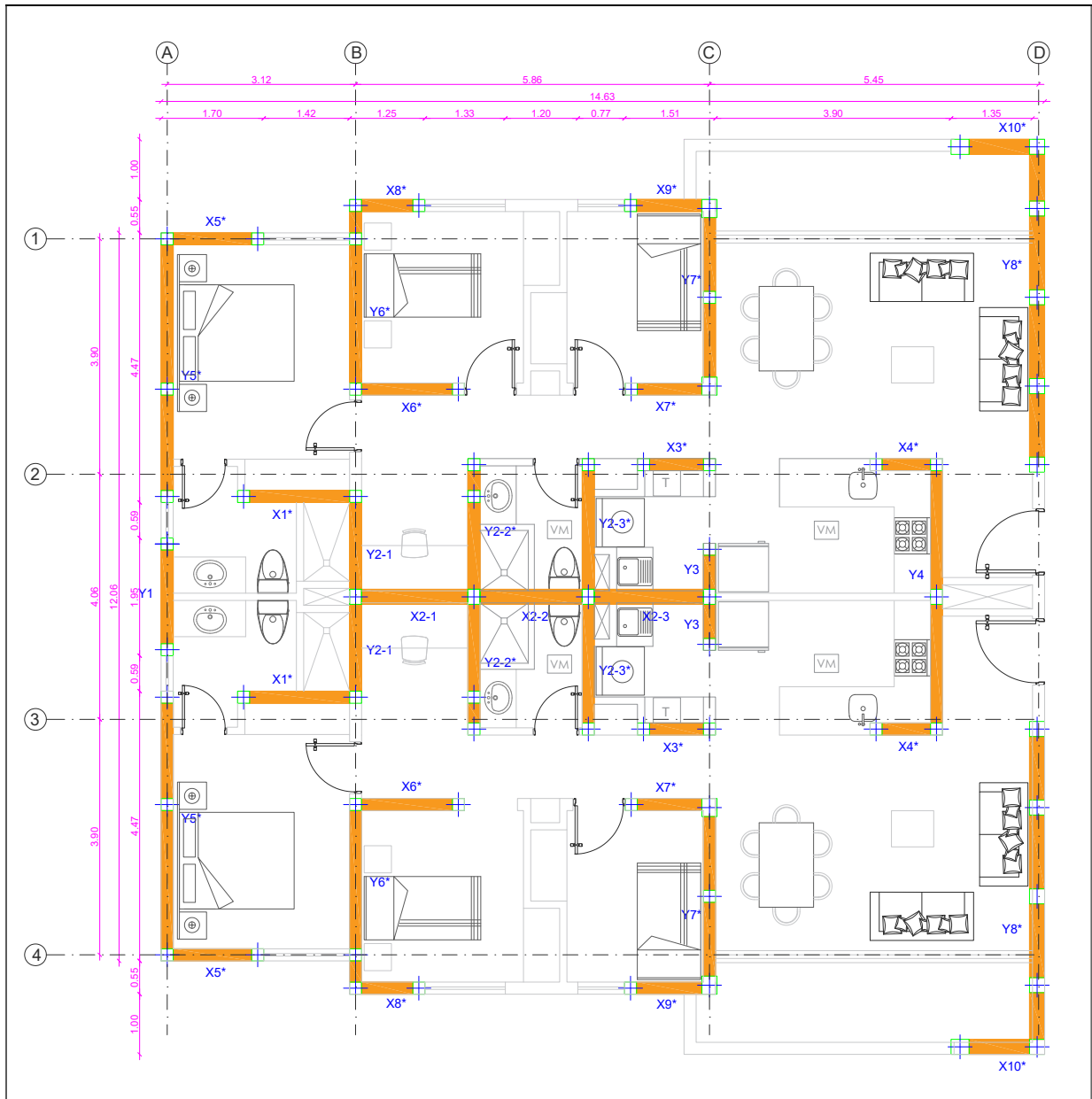
Para los muros de 15cm de espesor:

$$100mm \leq 150mm \wedge \frac{3100mm}{120mm} \leq 25$$

$$100mm \leq 120mm \wedge 20.7 \leq 25 (OK)$$

Figura 17

Distribución de los Muros



Elaborado por: Autor

Longitud de los muros.

Según la norma peruana N-0.70 la longitud de los muros no debe ser menor de 1.20m para que sean considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.

Tabla 13

<i>Longitud de muros</i>			
SENTIDO X-X			
MURO	L(m)	L.mínimo (m)	L>L.mínimo
X1	2.05	1.20	OK
X2-1	2.16		OK
X2-2	2.09		OK
X2-3	2.20		OK
X3	1.29		OK
X4	1.20		OK
X5	1.70		OK
X6	1.90		OK
X7	1.50		OK
X8	1.25		OK
X9	1.50	OK	
X10	1.50	OK	
SENTIDO Y-Y			
MURO	L(m)	L.mínimo (m)	L>L.mínimo
Y1	1.95	1.20	OK
Y2-1	3.53		OK
Y2-2	2.39		OK
Y2-3	2.39		OK
Y3	1.77		OK
Y4	4.58		OK
Y5	4.47		OK
Y6	3.24		OK
Y7	3.24		OK
Y8	5.49		OK

Elaborado por: Autor

Densidad de los muros.

En cuanto a los espesores de los muros estructurales confinados, se siguió lo indicado en los planos arquitectónicos y se unifico todo para tener un único espesor de 20cm.

El área mínima por planta que deben cumplir los muros confinados está limitada a la siguiente expresión:

$$\frac{\text{ÁreaCorteMuros}}{\text{ÁreaPlantaTípica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} \quad (\text{Ec.7})$$

Dónde:

L = Longitud total de muros en planta

t = Espesor de muros

Z = Factor de zona (NEC-SE-DS)

U = Uso de la estructura e importancia (NEC-SE-DS)

S = Factor de comportamiento no lineal del suelo (NEC-SE-DS, tabla 5)

N = Número de pisos

Sentido X

Tabla 14

Área de muros sentido X

MURO	L(m)	t(m)	Cant.	A(m2)
X1	2.05	0.20	2	0.82
X2-1	2.16	0.20	1	0.43
X2-2	2.09	0.20	1	0.42
X2-3	2.20	0.20	1	0.44
X3	1.29	0.20	2	0.52
X4	1.20	0.20	2	0.48
X5	1.70	0.20	2	0.68
X6	1.90	0.20	2	0.76
X7	1.50	0.20	2	0.60
X8	1.25	0.20	2	0.50
X9	1.50	0.20	2	0.60
X10	1.50	0.20	2	0.60
Total X=				6.85

Elaborado por: Autor

$$\frac{6.85}{201.05} \geq \frac{0.40 \times 1.00 \times 1.28 \times 3}{56}$$

$$0.034 \geq 0.027 \text{ (OK)}$$

Sentido Y

Tabla 15

Área de muros sentido Y

MURO	L(m)	t(m)	Cant.	A(m2)
Y1	1.95	0.20	1	0.39
Y2-1	3.53	0.20	1	0.71
Y2-2	2.39	0.20	2	0.96
Y2-3	2.39	0.20	2	0.96
Y3	1.77	0.20	1	0.35
Y4	4.58	0.20	1	0.92
Y5	4.47	0.20	2	1.79
Y6	3.24	0.20	2	1.30
Y7	3.24	0.20	2	1.30
Y8	5.49	0.20	2	2.20
Total Y=				10.85

Elaborado por: Autor

$$\frac{10.85}{201.05} \geq \frac{0.40 \times 1.00 \times 1.28 \times 3}{56}$$

$$0.054 \geq 0.027 \text{ (OK)}$$

3.4. Cortes y Momentos

Una vez que se definió la geometría de los elementos estructurales, así como las características de los materiales, se usó el programa ETABS 2017 para el modelamiento de la estructura y su posterior análisis y diseño definitivo.

3.4.1. Modelación en ETABS 17

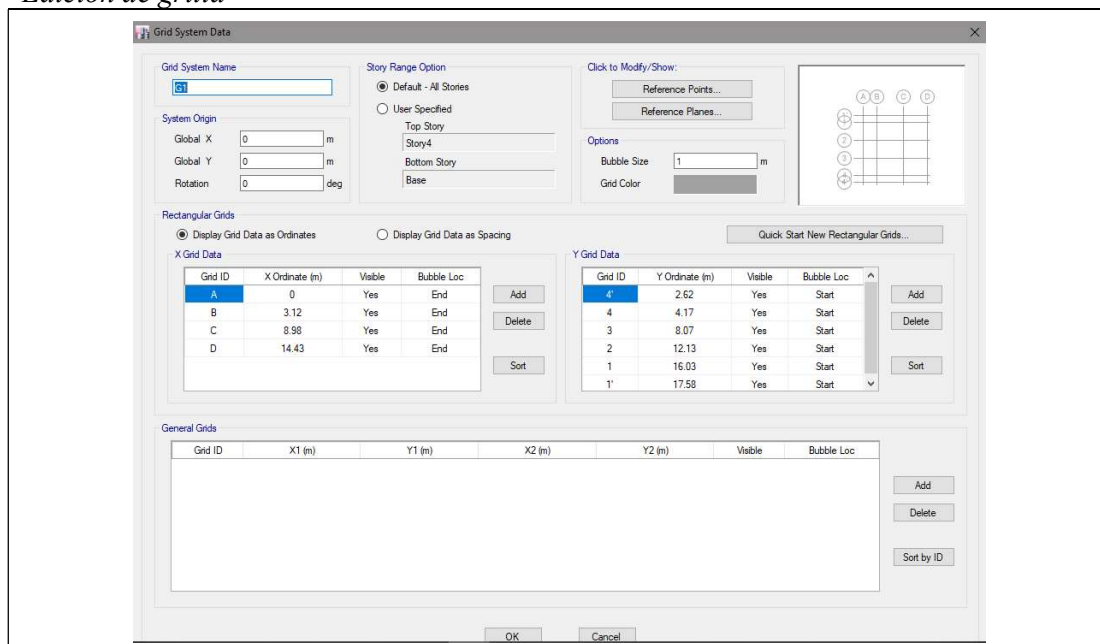
A continuación, se muestra el proceso de modelado del edificio de vivienda E-3 del “Conjunto Pedregal de Churolooma” con la opción de mampostería confinada en ETABS 2017.

Edición de Grilla

Basándonos en el plano arquitectónico se tiene cuatro ejes en la dirección X y cuatro en la dirección Y.

Figura 18

Edición de grilla



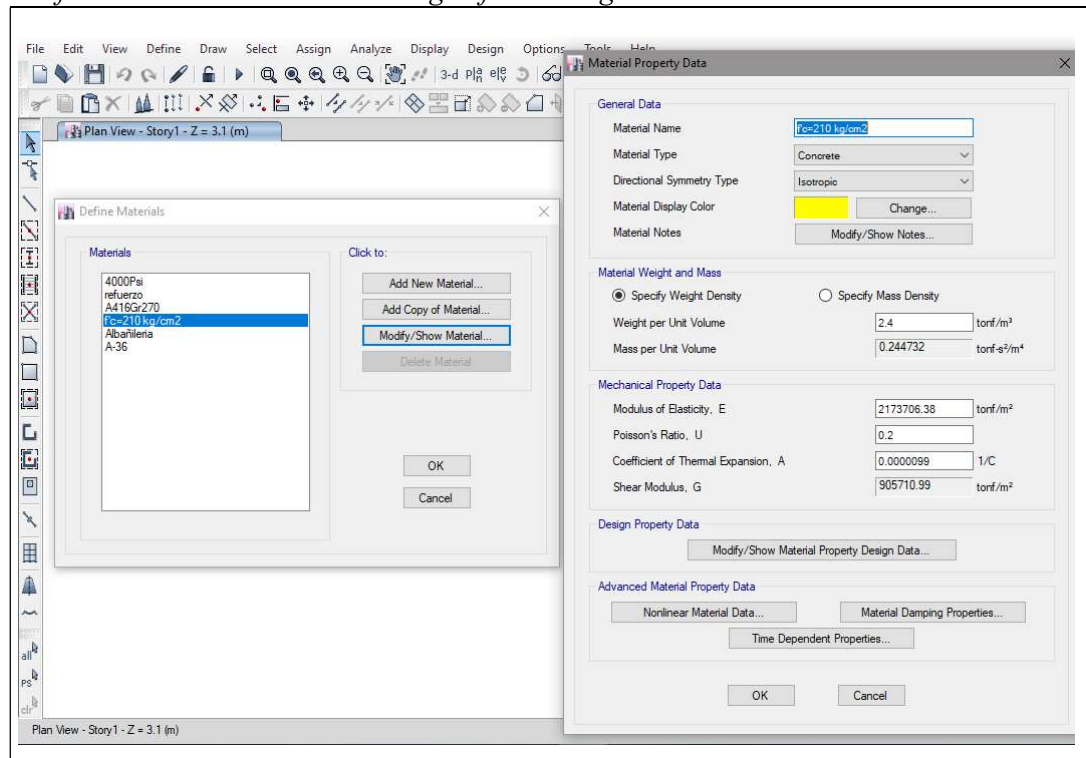
Elaborado por: Autor

Definición de materiales

Los datos que se usó para la definición de los materiales fueron tomados tanto de la norma NEC 2015, así como de la norma peruana E-0.70, que ya fueron definidas en las tablas 7,8,9.

Figura 19

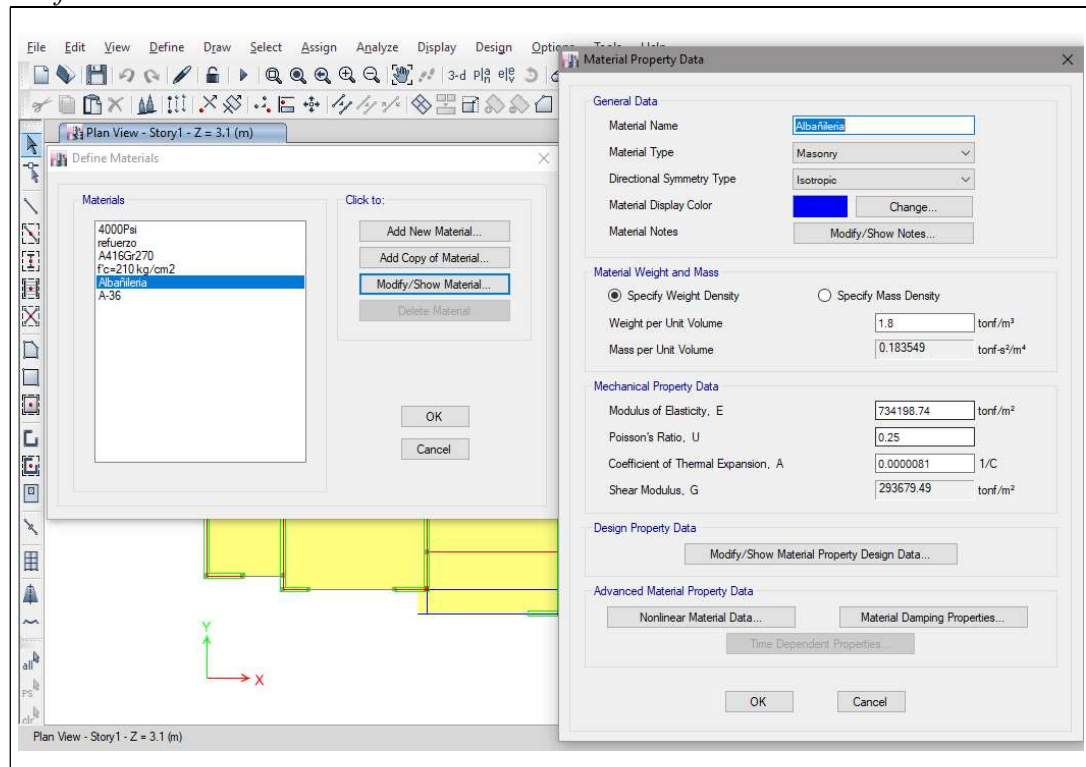
Definición de materiales – Hormigón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$



Elaborado por: Autor

Figura 20

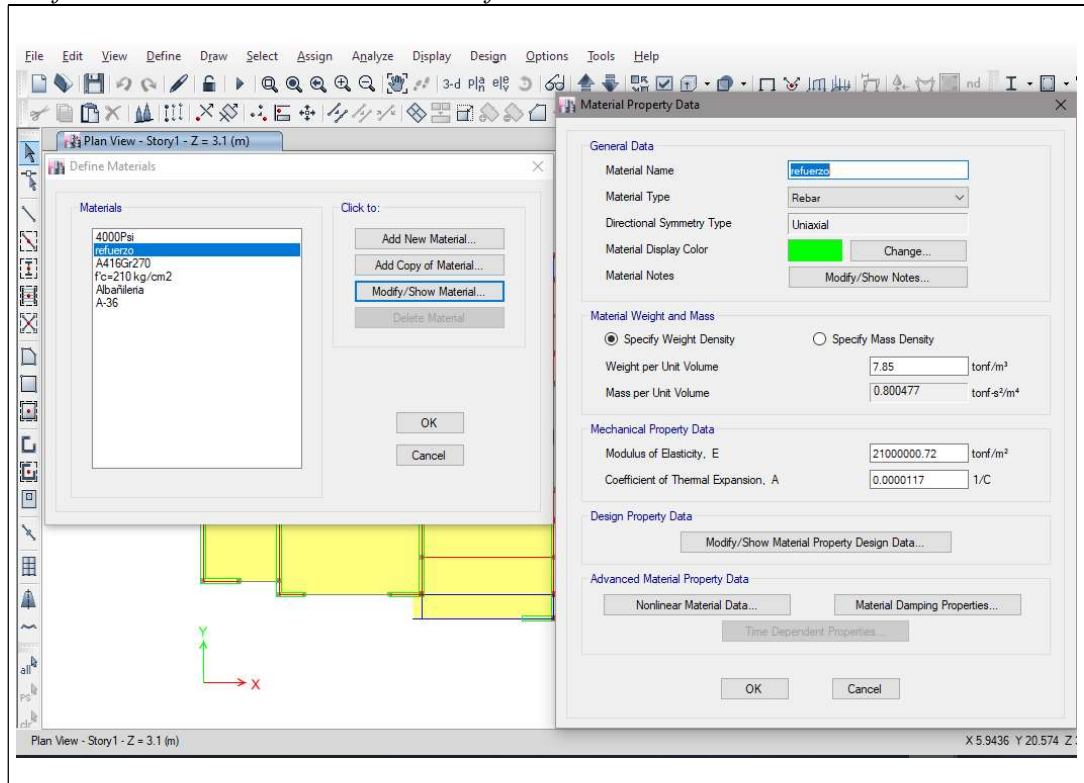
Definición de materiales - Albañilería



Elaborado por: Autor

Figura 21

Definición de materiales – Acero de refuerzo



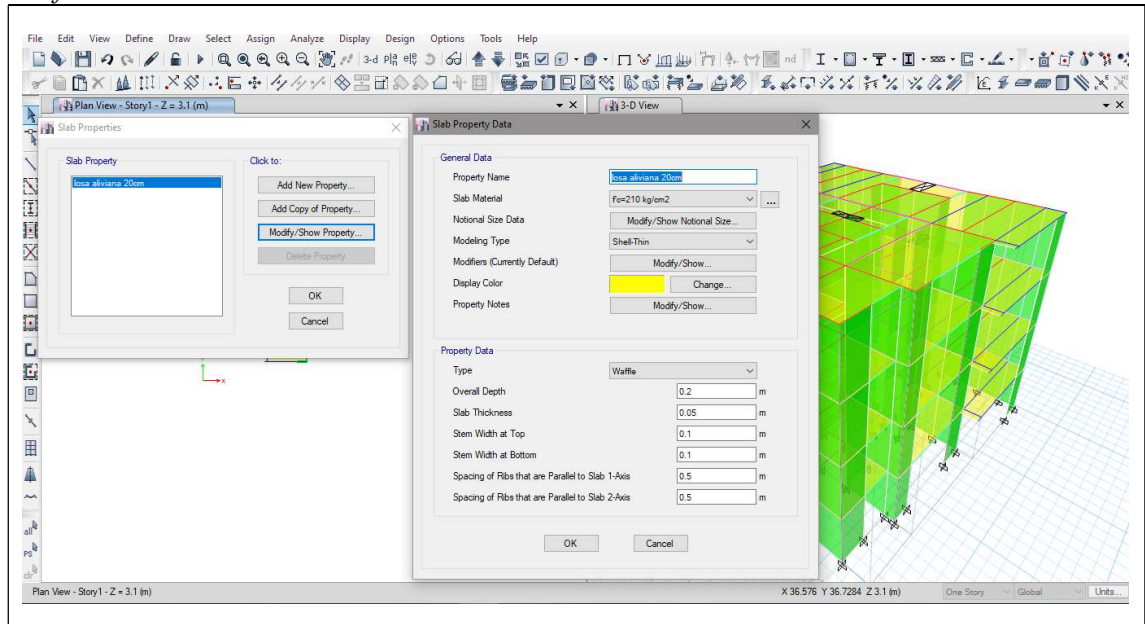
Elaborado por: Autor

Definición de secciones de elementos estructurales

Con el prediseño de los elementos estructurales, ya se puede realizar el ingreso en el programa de todos los elementos, como son losa, muros y vigas.

Figura 22

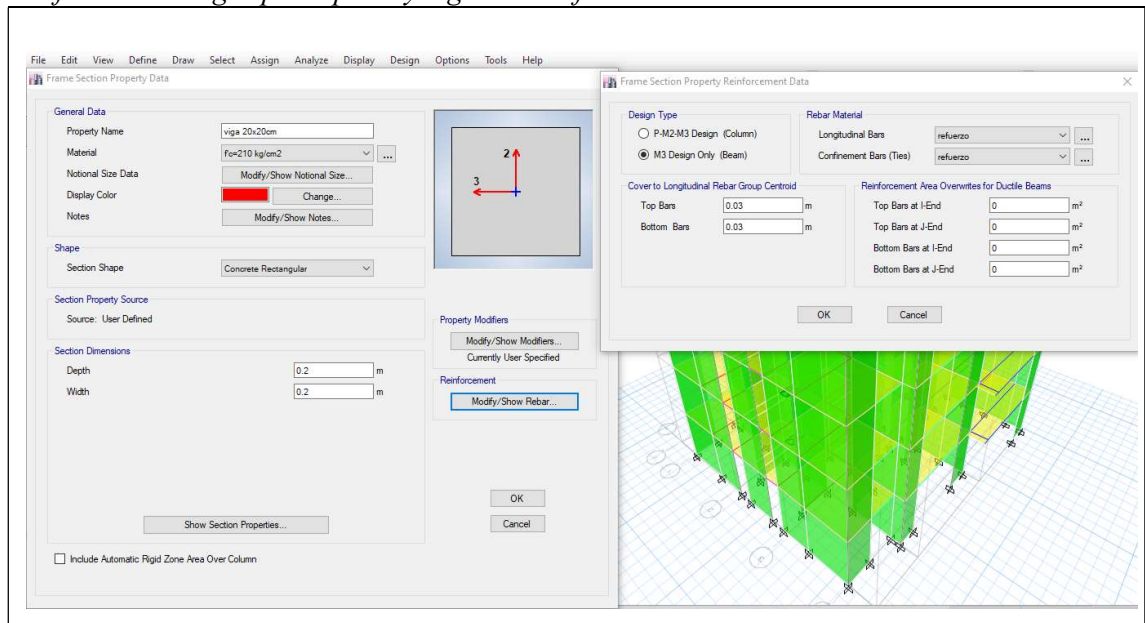
Definición de losa alivianada



Elaborado por: Autor

Figura 23

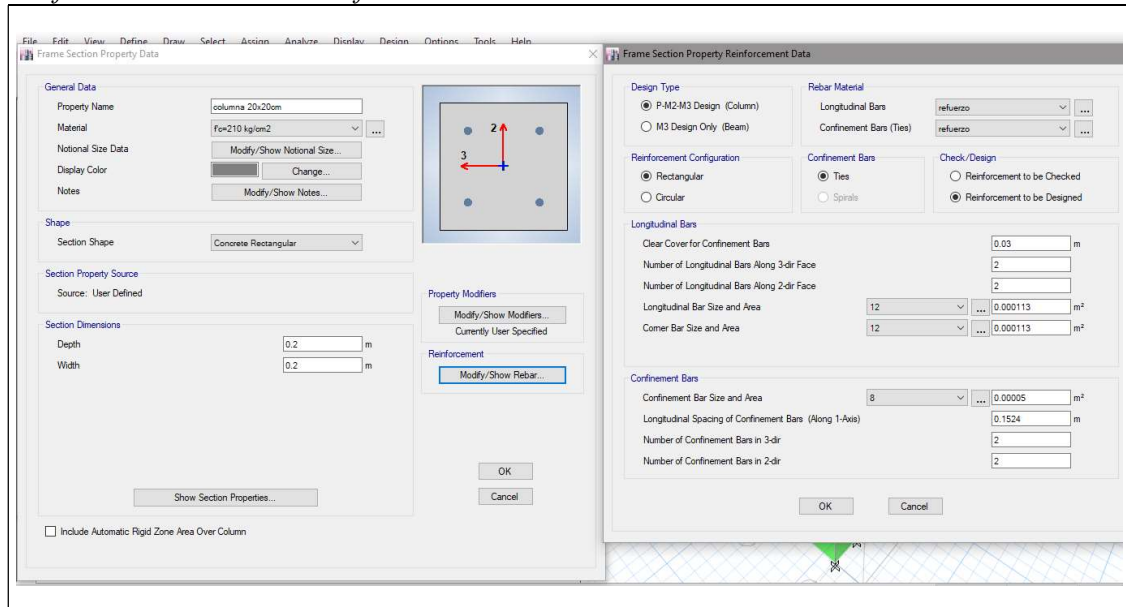
Definición de vigas principales y vigas de confinamiento



Elaborado por: Autor

Figura 24

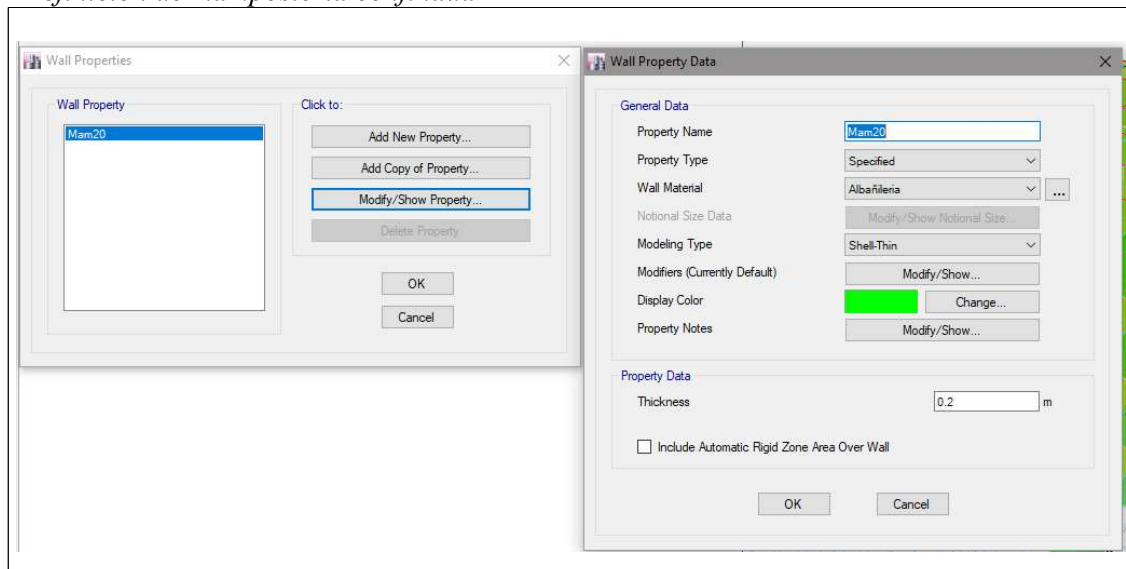
Definición columnas de confinamiento



Elaborado por: Autor

Figura 25

Definición de mampostería confinada

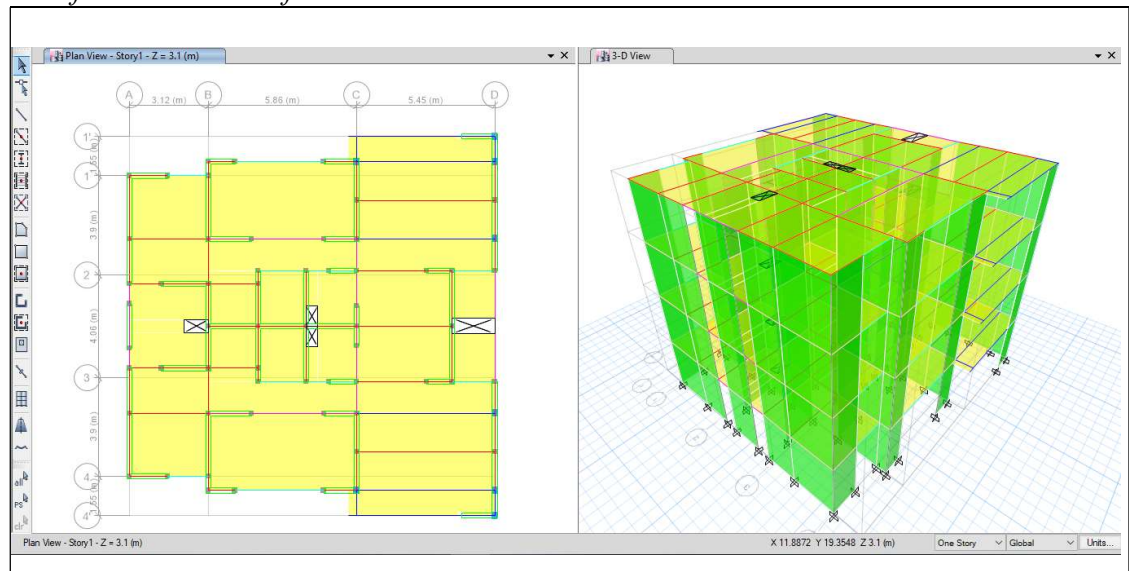


Elaborado por: Autor

Ya con todos los materiales y elementos estructurales definidos, se conforma toda la edificación en el programa.

Figura 26

Conformación del edificio



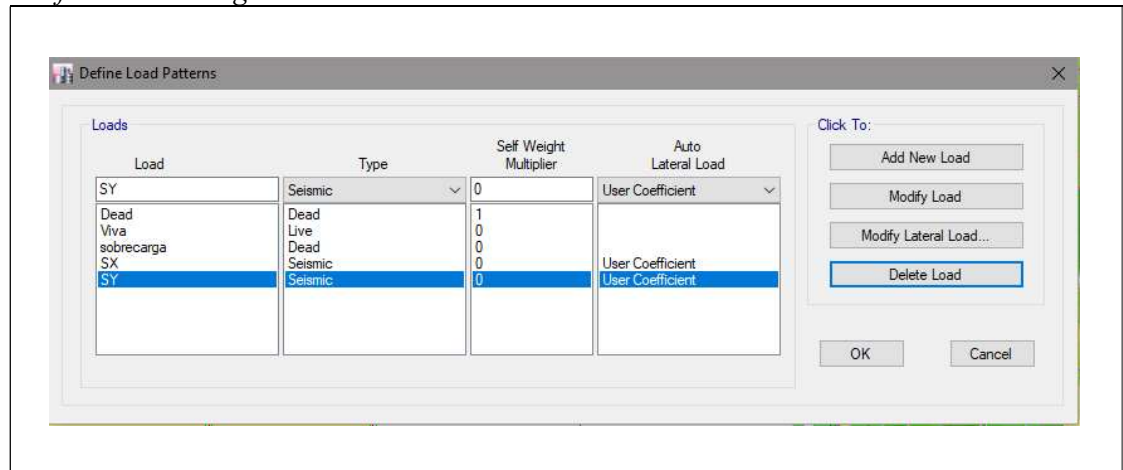
Elaborado por: Autor

Definición de cargas

A continuación, se detalla las cargas usadas para el análisis de la estructura:

Figura 27

Definición de cargas



Elaborado por: Autor

Dead (carga muerta). - Es la carga permanente proveniente del peso de los elementos estructurales de columnas, vigas, mampostería estructural y losas. Se le asigna un valor de 1, para que el programa considere el peso propio de la estructura.

Sobrecarga. - Es el peso de los elementos no estructurales, proviene de la carga de mampostería no estructural, acabados, instalaciones, etc.

Tabla 16

Sobrecarga

PISO	Masillado (ton/m2)	Recubrimiento pisos (ton/m2)	Cielo falso (ton/m2)	Instalaciones (ton/m2)	Mamposterías (ton/m2)	TOTAL (ton/m2)
Piso 2, Piso 3, Piso 4	0.04	0.04	0.02	0.01	0.24	0.35
Terraza Accesible	0.04	0.04	0.02	0.01	0.07	0.18

Elaborado por: Autor

Live (carga viva). - Es la carga variable, proviene de personas y objetos móviles. En la *tabla 3*, se definió estas cargas.

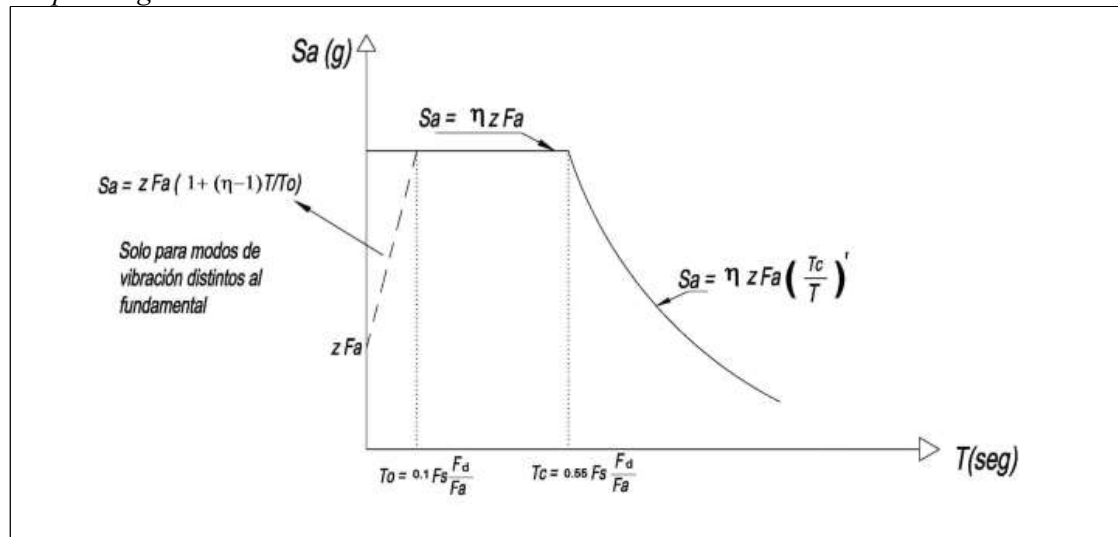
S (sismo estático). - Es la fuerza que toma en cuenta los efectos sísmicos debido a las fuerzas laterales aplicadas a lo alto del edificio (Cortante Basal).

3.4.2. Análisis estático lineal

Procedemos con la determinación del cortante basal (V) y el valor de “K”, los cuales se necesitan para el análisis estático en el programa ETABS.

Figura 28

Espectro general de diseño



Fuente: (NEC_SE_MP, 2015)

Dónde:

- η** “Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado” (NEC_SE_DS, 2015, pág. 33).
- Fa** “Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio” (NEC_SE_DS, 2015, pág. 33).
- Fd** “Coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio” (NEC_SE_DS, 2015, pág. 33).
- Fs** “Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos” (NEC_SE_DS, 2015, pág. 33).
- Sa** “Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura” (NEC_SE_DS, 2015, pág. 33).
- T** “Período fundamental de vibración de la estructura”.
- T0** “Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño” (NEC_SE_DS, 2015, pág. 33).
- TC** “Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño” (NEC_SE_DS, 2015, pág. 33).
- Z** “Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g ” (NEC_SE_DS, 2015, pág. 33).

Período de vibración.

“El periodo de vibración aproximado se determina a través de la siguiente ecuación”

(NEC_SE_DS, 2015, pág. 62).

$$T = C_t \times h_n^\alpha \quad (\text{Ec.8})$$

Dónde:

C_t Coeficiente que depende del tipo de edificio.

h_n Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

T Período de vibración.

$$T = 0.0551 \times 12.40^{0.75}$$

$$\boxed{T = 0.364 \text{ s}}$$

Tabla 17

Cortante basal

Suelo Tipo	D	Perfil de suelo rígido
Ct	<i>0.0551</i>	Coeficiente según tipo de estructura. Página 62 NEC-SE-DS
α	<i>0.75</i>	Coeficiente para cálculo de período. Página 62 NEC-SE-DS
hn (m)	<i>12.40</i>	Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura
T (s)	0.364	Período de vibración aproximado de la estructura. (Ec.6)
Z	0.40	Factor de zona. Tabla 1 NEC-SE-DS
Fa	1.20	Factor de sitio. Tabla 3 NEC-SE-DS
Fd	1.19	Factor de sitio. Tabla 4 NEC-SE-DS
Fs	1.28	Factor de comportamiento inelástico del suelo. Tabla 5 NEC-SE-DS
n	2.48	Relación de amplificación espectral. Página 34 NEC-SE-DS
r	1.00	Factor asociado al período de retorno. Página 34 NEC-SE-DS
To (s)	0.127	Período límite en T=To. Sección 3.3.1 NEC-SE-DS
Tc (s)	0.698	Período límite en T=Tc. Sección 3.3.1 NEC-SE-DS
I	1.00	Factor de importancia. Tabla 6 NEC-SE-DS
R	3.00	Factor de reducción de respuesta. Tabla 15 NEC-SE-DS
\emptyset_p	1.00	Factor de irregularidad en planta. Tabla 13 NEC-SE-DS
\emptyset_e	1.00	Factor de irregularidad en elevación. Tabla 14 NEC-SE-DS
I/(R*\emptyset_p*\emptyset_e)	0.20	
V =	0.3968 * W	Corte basal total de diseño aplicada a la estructura
Kcalculado=	0.93	0.75+0.50T. Coeficiente relacionado con el período de vibración
Kescogido=	0.93	T<0.5 uso 1, T>2.5 uso 2, 0.5<T<2.5 uso Kcalculado

Elaborado por: Autor

$$V = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \phi_p * \phi_E} W \quad (\text{Ec.9})$$

$$T_o < T < T_c$$

$$0.127 < 0.364 < 0.698$$

$$Sa = n * Z * Fa \quad (\text{Ec.10})$$

$$Sa = 2.48 * 0.40 * 1.20$$

$$Sa = 1.1904$$

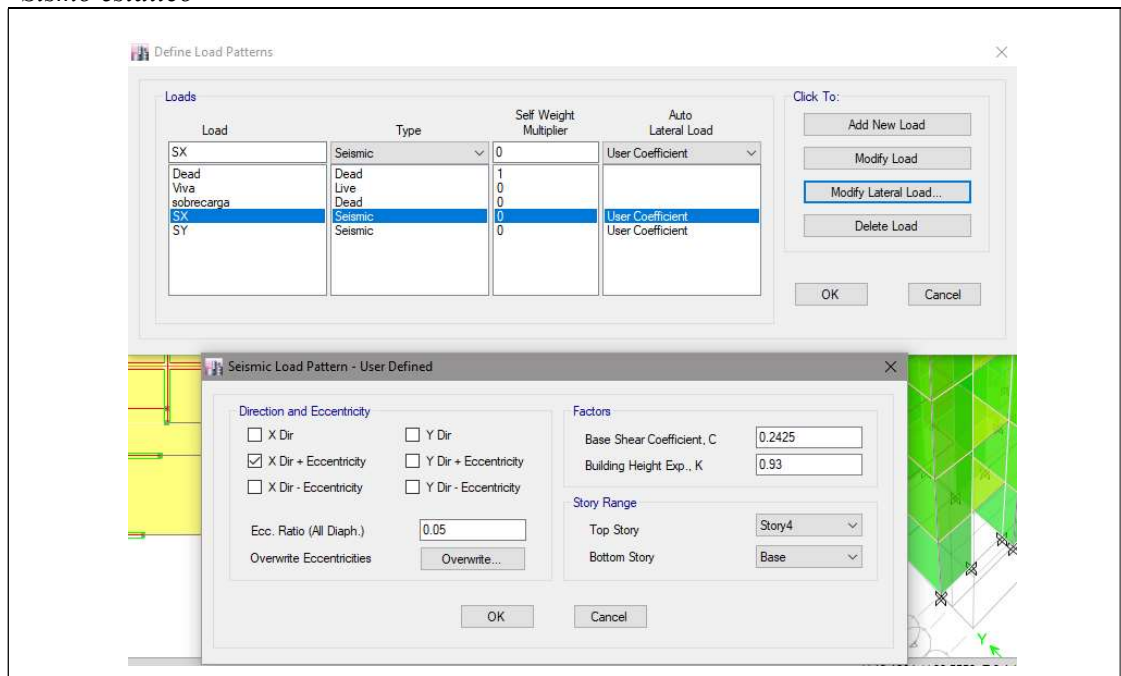
$$V = 0.20 * 1.1904 * W$$

$$V = 0.3968 * W$$

Una vez obtenido los valores del cortante basal (V) y el “K=0.93”, podemos ingresarlos en el ETABS para el ANÁLISIS ESTÁTICO.

Figura 29

Sismo estático

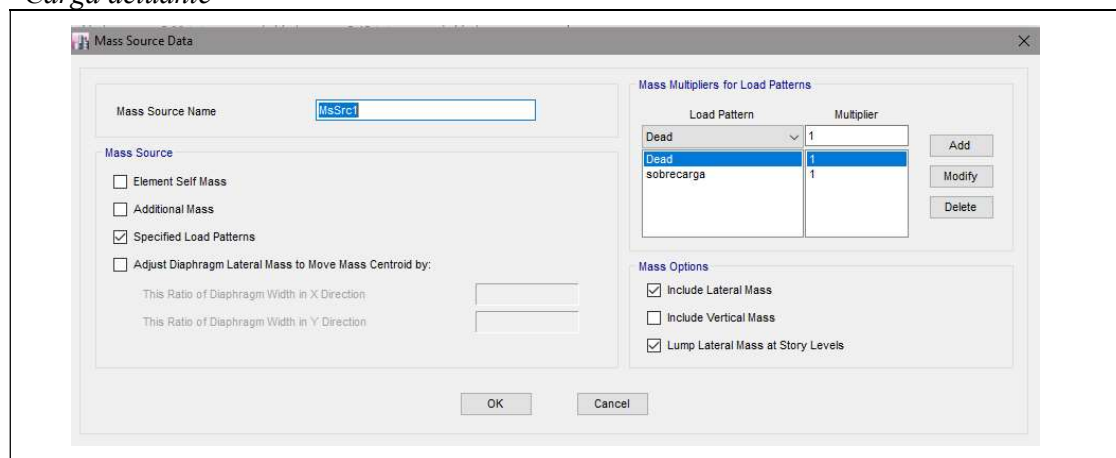


Elaborado por: Autor

La norma NEC 2015 página 55, indica que se debe usar una carga sísmica reactiva para el análisis la cual es la carga muerta (D + sobrecarga) sin considerar la carga viva.

Figura 30

Carga actuante



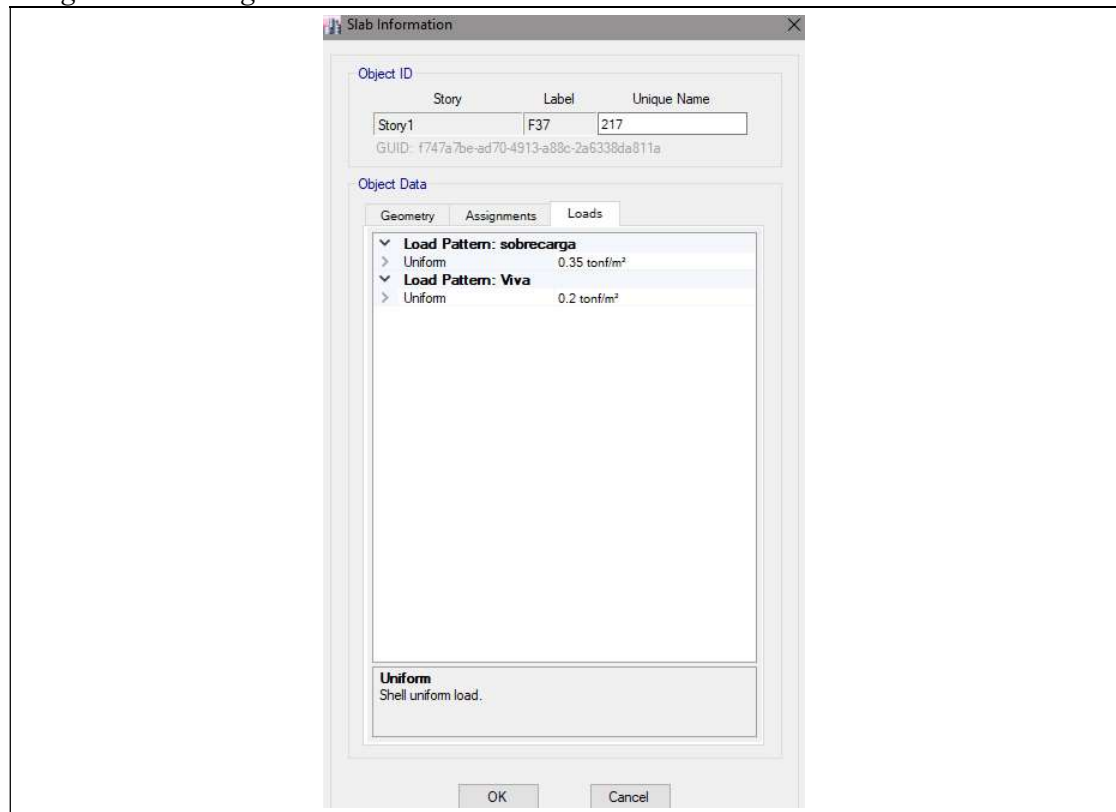
Elaborado por: Autor

Con una primera corrida del programa se corrigió el cortante basal en el programa, es decir se hizo una corrección para el sismo estático.

Previo a la primera corrida se debe asignar las cargas, establecer los nudos rígidos y poner los diafragmas por planta.

Figura 31

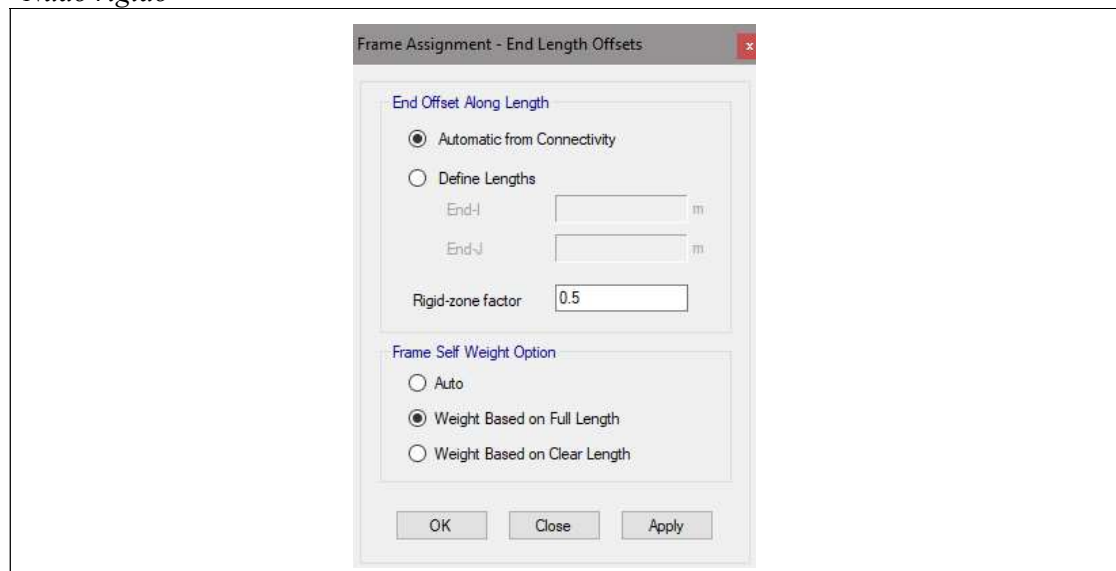
Asignación de cargas



Elaborado por: Autor

Figura 32

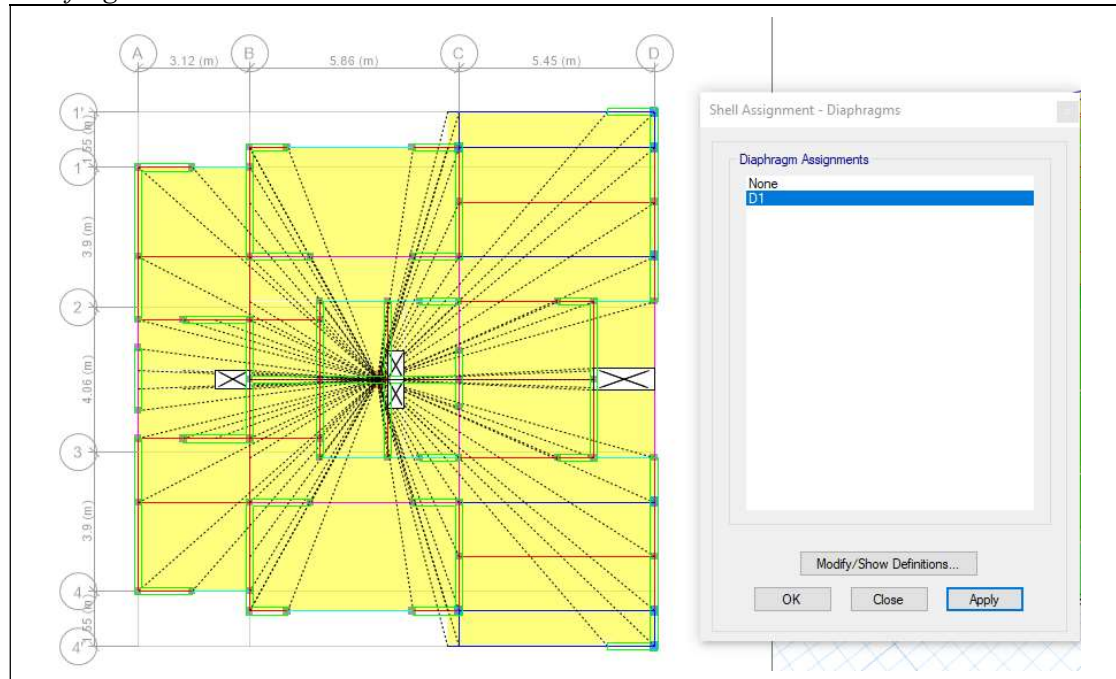
Nudo rígido



Elaborado por: Autor

Figura 33

Diafragmas



Elaborado por: Autor

Para realizar la corrección del cortante basal vamos a analizar la diferencia del $T_{calculado}$ con el T_{ETabs}

$$T_{calculado} = 0.364 \text{ s}$$

$$T_{ETabs} = 0.200 \text{ s}$$

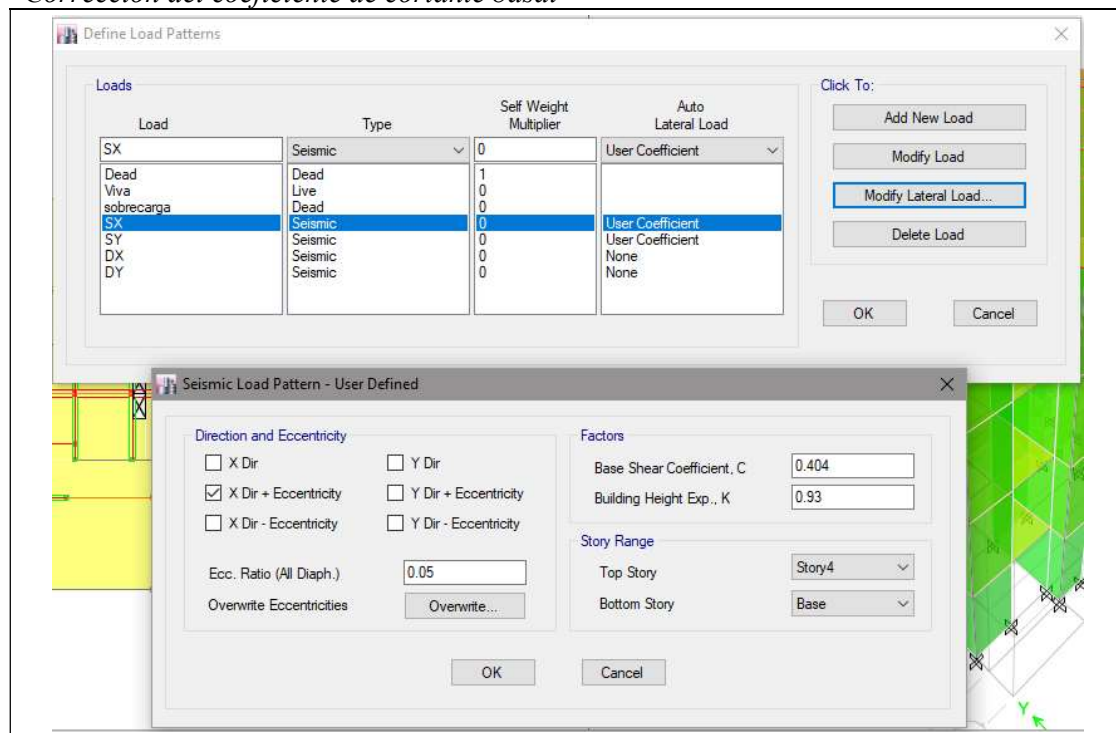
Como se puede ver el valor obtenido en el programa ETABS no llega a igualar al $T_{calculado}$, y lo que la norma NEC nos dice es que el valor obtenido en el programa no debe superar al valor calculado en 30%. Este tipo de estructuras debido a la cantidad de muros que posee tiende a ser rígida por lo que su período de vibración va a ser bajo, lo que dificulta que se cumpla con este requisito. Más adelante, cuando se realice el control de derivas (literal 3.6) de manera indirecta la NEC corrobora este enunciado al reducir la deriva al 1%.

Una opción sería el combinar los muros de mampostería con muros de hormigón o columnas de hormigón armado, esto es lo que comúnmente se hace para reducir la cantidad de muros y así la estructura pueda vibrar dentro de los parámetros. No se optó por esta opción ya que el proyecto trata netamente de mampostería confinada.

Se realizó una corrección del Coeficiente de Cortante Basal para afinar el tema de la asignación del peso de la estructura en el programa.

Figura 34

Corrección del coeficiente de cortante basal



Elaborado por: Autor

Se verificó que los cortantes basal sean los mismos, tomando el peso proveniente de la carga D + sobrecarga, obtenido en el ETABS.

$$D + \text{sobrecarga} = 1019.2134 \text{ ton}$$

$$\text{Cortante basal real} = 0.3968 * 1019.2134$$

$$\boxed{\text{Cortante basal real} = 404.4239 \text{ ton}}$$

Figura 35

Cortante basal ETABS

Direction	Period Used (sec)	C	W (tonf)	V (tonf)
X + Ecc. Y	0	0	1000.98406	404.3895

Elaborado por: Autor

3.4.3. Análisis modal espectral

Espectro de diseño

Para el modal espectral o ANÁLISIS DINÁMICO de la estructura en ETABS, necesitamos definir el espectro de diseño y su correspondiente reducido.

Tabla 18

Espectro de diseño

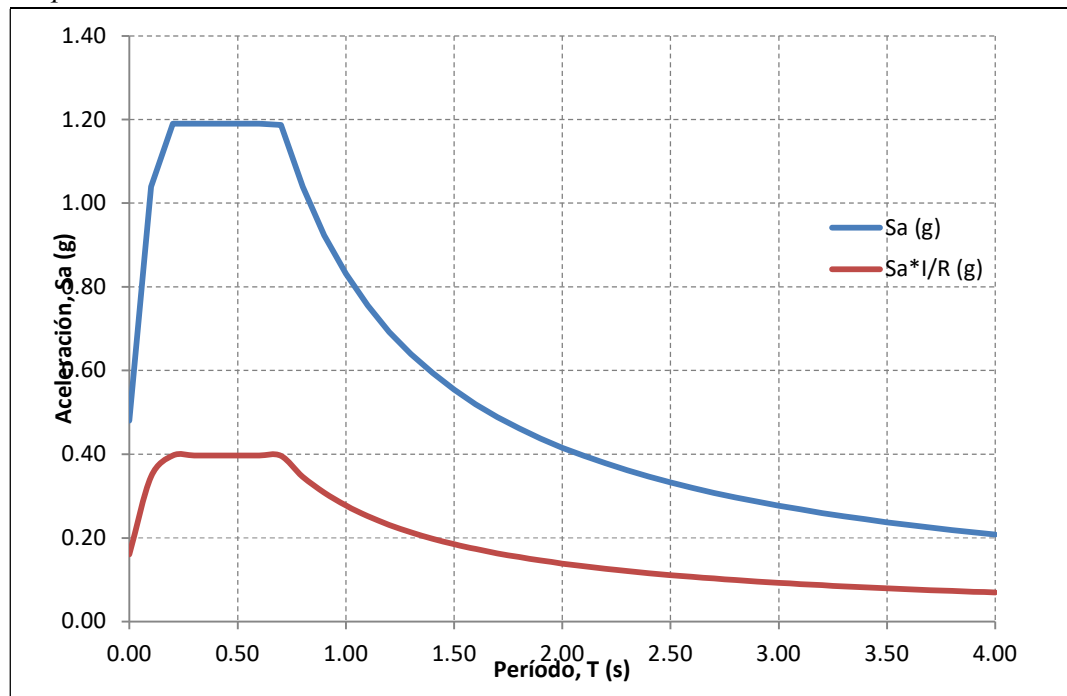
Período T (s)	Sa (g)	Sa*I/R (g)
0	0.4800	0.1600
0.1	1.0397	0.3466
0.2	1.1904	0.3968
0.3	1.1904	0.3968
0.4	1.1904	0.3968
0.5	1.1904	0.3968
0.6	1.1904	0.3968
0.7	1.1872	0.3957
0.8	1.0388	0.3463
0.9	0.9234	0.3078
1	0.8311	0.2770
1.1	0.7555	0.2518
1.2	0.6925	0.2308
1.3	0.6393	0.2131
1.4	0.5936	0.1979
1.5	0.5540	0.1847
1.6	0.5194	0.1731
1.7	0.4889	0.1630
1.8	0.4617	0.1539
1.9	0.4374	0.1458

2	0.4155	0.1385
2.1	0.3957	0.1319
2.2	0.3778	0.1259
2.3	0.3613	0.1204
2.4	0.3463	0.1154
2.5	0.3324	0.1108
2.6	0.3196	0.1065
2.7	0.3078	0.1026
2.8	0.2968	0.0989
2.9	0.2866	0.0955
3	0.2770	0.0923
3.1	0.2681	0.0894
3.2	0.2597	0.0866
3.3	0.2518	0.0839
3.4	0.2444	0.0815
3.5	0.2374	0.0791
3.6	0.2308	0.0769
3.7	0.2246	0.0749
3.8	0.2187	0.0729
3.9	0.2131	0.0710
4	0.2078	0.0693

Elaborado por: José Espín

Figura 36

Espectro de diseño

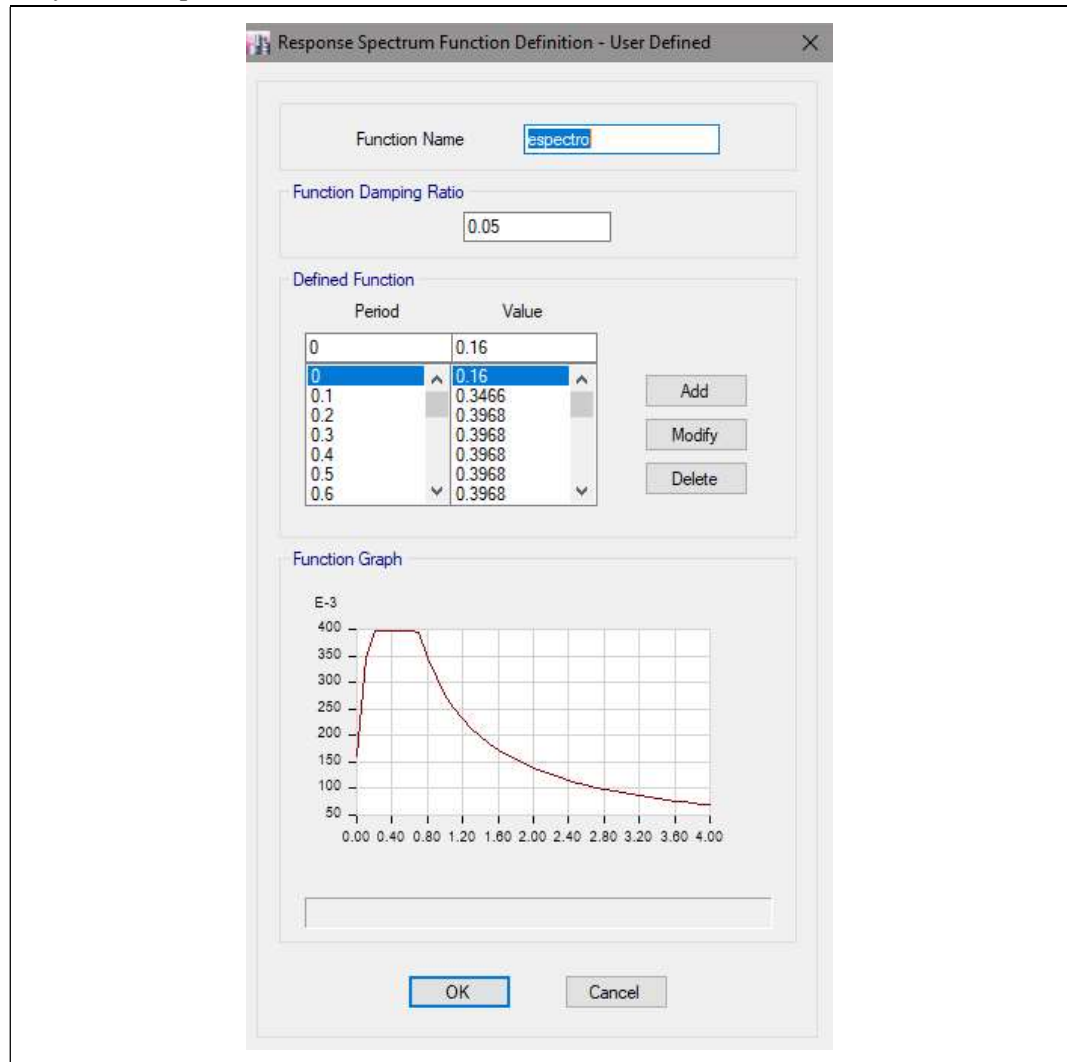


Elaborado por: Autor

Se ingresa el espectro de diseño en el programa.

Figura 37

Definición espectro de diseño ETABS



Elaborado por: Autor

Al igual que el sismo estático, en el sismo dinámico realizamos la corrección para el ingreso en el programa ETABS.

D (sismo dinámico). – Fuerza que considera los espectros de diseño para el cálculo de las respuestas estructurales. Basándose en las propiedades dinámicas de la estructura, tales como su forma de vibrar y su contribución de cada modo en la respuesta.

Figura 38

Corrección sismo dinámico DX

Load Case Data

General

Load Case Name: Design... Notes...

Load Case Type: Response Spectrum

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	espectro NEC-15	12.9475

Add Delete

☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

☐ Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms Modify/Show...

OK Cancel

Elaborado por: Autor

Figura 39

Corrección sismo dinámico DY

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	espectro NEC-15	13.139

☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

☐ Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping:

Diaphragm Eccentricity:

Elaborado por: Autor

3.4.4. Participación modal de masa

Se deben considerar en el análisis (NEC_SE_DS, 2015, pág. 58):

- Todos los modos de vibración que contribuyan significativamente a la respuesta total de la estructura, mediante los varios períodos de vibración,
- Todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales principales consideradas.

Tabla 19*Participación modal de masa*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ	Observación
Modal	1	0.20	0.77	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00	Traslación X
Modal	2	0.14	0.00	0.75	0.77	0.75	0.01	0.01	Traslación Y
Modal	3	0.13	0.00	0.01	0.77	0.76	0.75	0.76	Giro Z
Modal	4	0.06	0.15	0.00	0.92	0.76	0.00	0.76	
Modal	5	0.04	0.00	0.15	0.92	0.90	0.02	0.78	
Modal	6	0.04	0.00	0.03	0.92	0.93	0.15	0.93	Participación 90%
Modal	7	0.03	0.04	0.00	0.96	0.93	0.00	0.93	
Modal	8	0.03	0.00	0.00	0.96	0.93	0.00	0.93	
Modal	9	0.03	0.00	0.00	0.96	0.93	0.00	0.93	
Modal	10	0.03	0.00	0.00	0.96	0.93	0.00	0.93	
Modal	11	0.03	0.00	0.00	0.96	0.93	0.00	0.93	
Modal	12	0.03	0.00	0.00	0.96	0.93	0.00	0.93	

Elaborado por: Autor

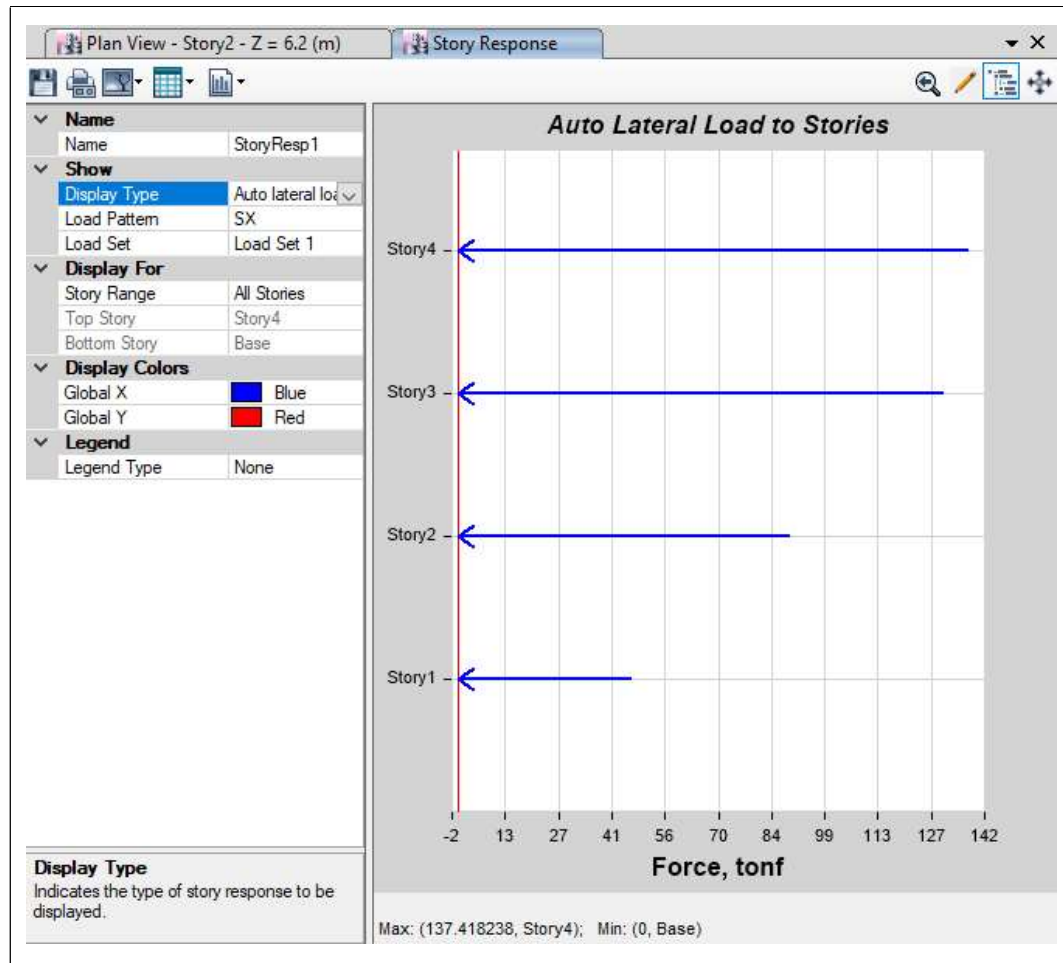
En la tabla 19 se puede observar los periodos de vibración y a su vez también podemos determinar el porcentaje de participación de masas, el cual nos da mayor al 90% en el modal 6, de acuerdo a la (NEC_SE_DS, 2015, pág. 58), por tal motivo cumple.

3.4.5. Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales

“La distribución de fuerzas verticales se asemeja a una distribución lineal (triangular), similar al modo fundamental de vibración, pero dependiente del período fundamental de vibración T_a ” (NEC_SE_DS, 2015, págs. 66, 67)

Figura 40

Distribución basal SX

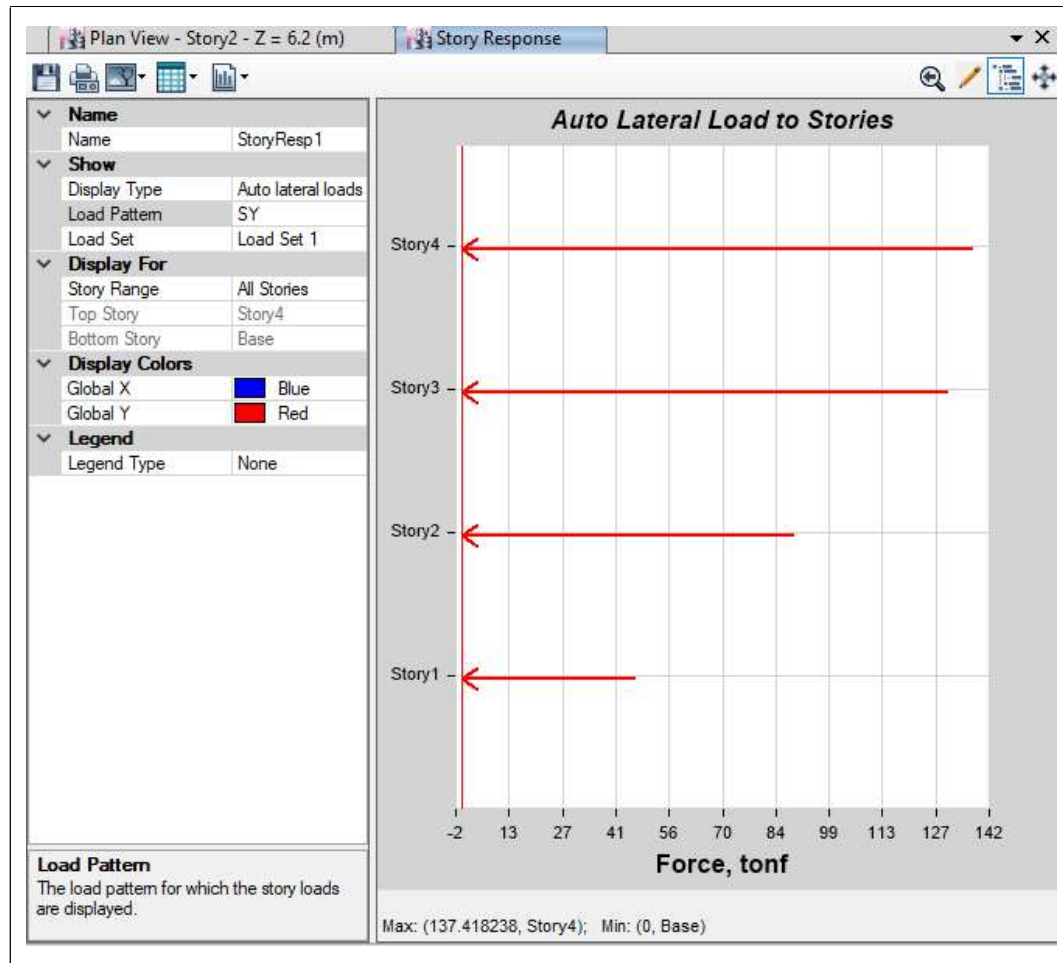


Elaborado por: Autor

Como se puede observar el SXmax tiene un valor de 137.41 ton.

Figura 41

Distribución basal SY



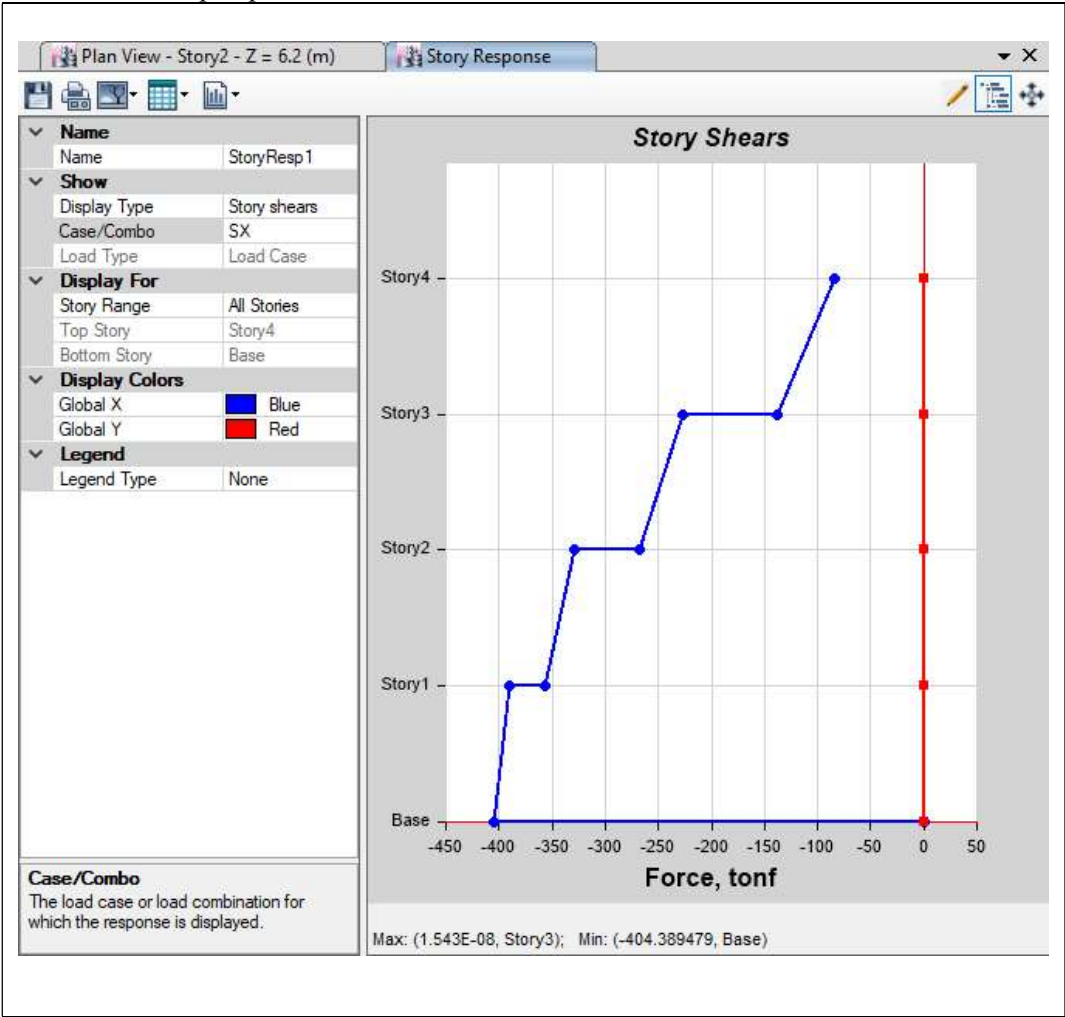
Elaborado por: Autor

Como se puede observar el SYmax tiene un valor de 137.41 ton.

Por lo que se puede concluir que la estructura está en equilibrio.

Figura 42

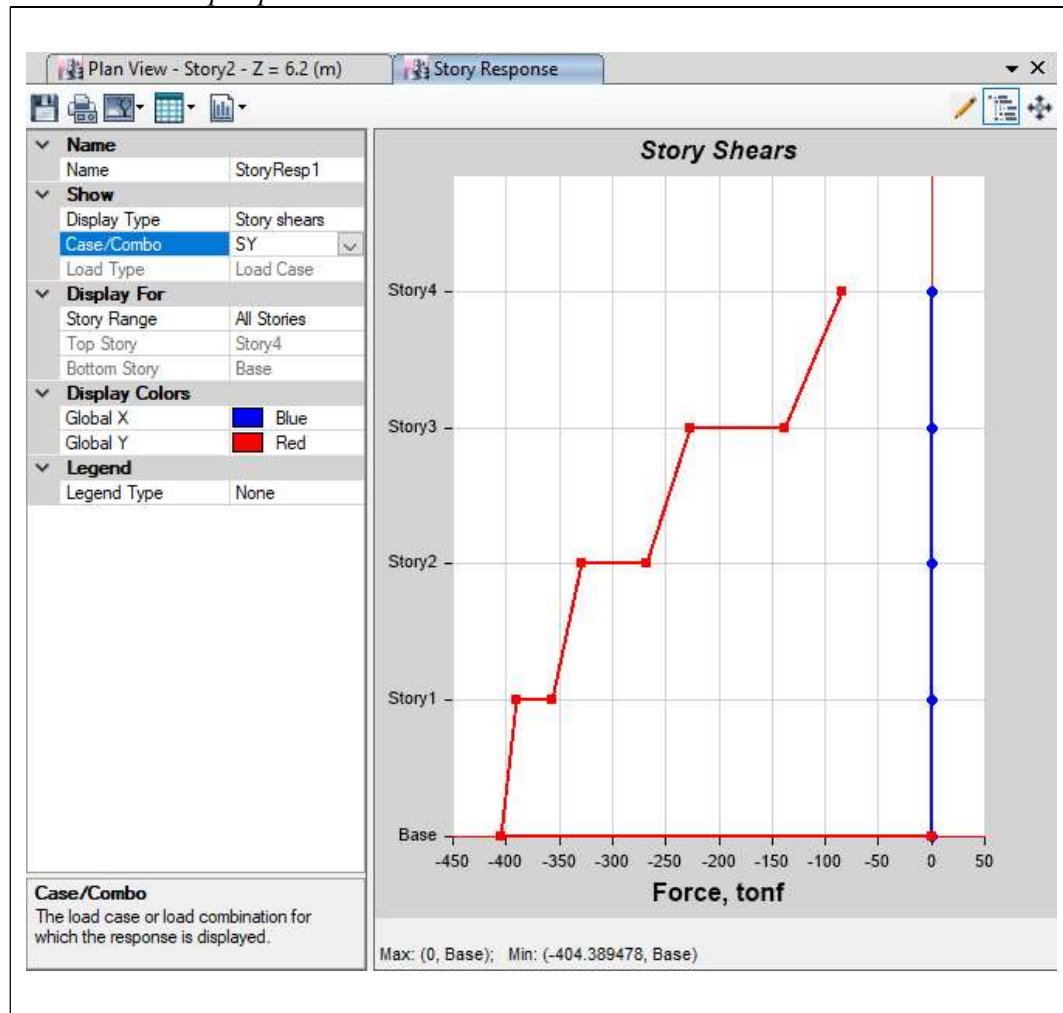
Cortante basal por piso SX



Elaborado por: Autor

Figura 43

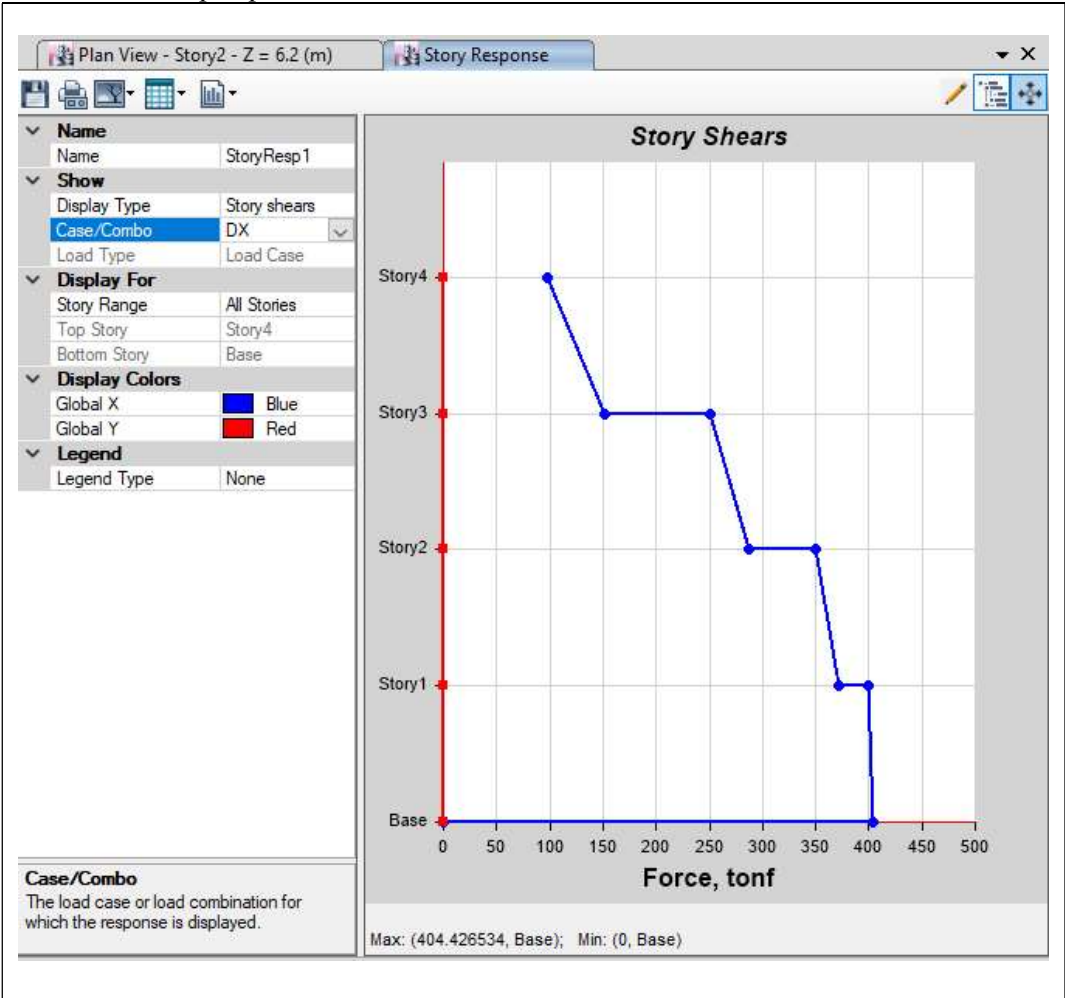
Cortante basal por piso SY



Elaborado por: Autor

Figura 44

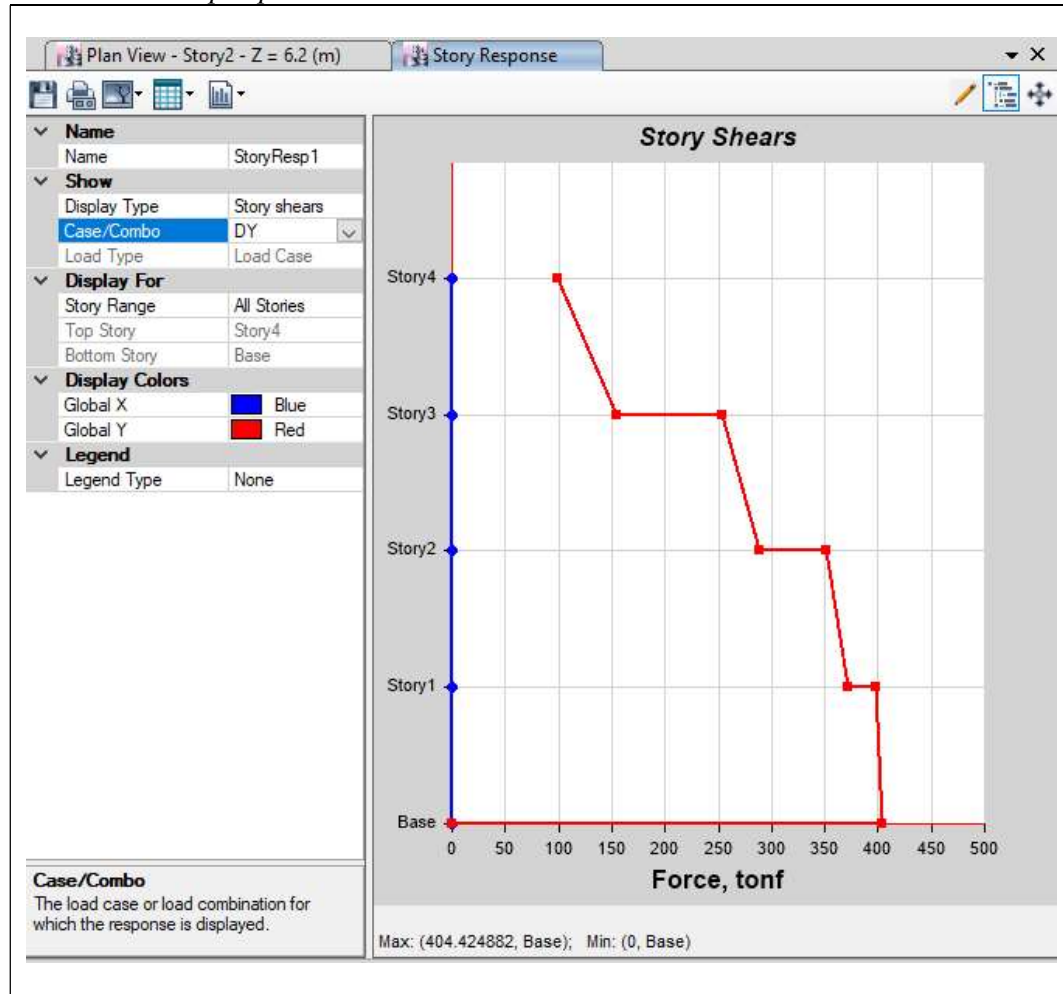
Cortante basal por piso DX



Elaborado por: Autor

Figura 45

Cortante basal por piso DY



Elaborado por: Autor

El valor del cortante dinámico total en el base obtenido por cualquier método de análisis dinámico (NEC_SE_DS, 2015, págs. 56,57), no debe ser:

- < 80% del cortante basal V obtenido por el método estático (estructuras regulares)
- < 85% del cortante basal V obtenido por el método estático (estructuras irregulares).

Se va a realizar la relación entre el método estático y dinámico, si es igual a 0.80 cumple con el requerimiento de la Norma (NEC_SE_DS, 2015, págs. 56,57).

- Dirección en XX

Cortante basal método estático = 233.1621 ton

Cortante basal método dinámico=233.1629 ton

$$\frac{VE}{VD} \geq 0.80; \frac{404.3895}{404.4265} \geq 0.80; 0.99 \geq 0.80 \therefore \text{cumple con la norma}$$

- Dirección en YY

Cortante basal método estático = 233.1621 ton

Cortante basal método dinámico=233.3359 ton

$$\frac{VE}{VD} \geq 0.80; \frac{404.3895}{404.4249} \geq 0.80; 0.99 \geq 0.80 \therefore \text{cumple con la norma}$$

3.4.6. Diagramas de cortes y momentos para diseño de losas.

Para la obtención de los momentos y cortes en las losas se lo hizo por medio de los strips en ETABS, los cuales fueron asignados en las franjas que se consideró críticas, debido a la forma irregular de los paños de losa provenientes de la distribución de los muros.

Figura 46

Asignación de STRIPS

The image shows a software dialog box titled "Add Design Strips". It is organized into three main sections:

- Tower and Story:** Contains two dropdown menus. "Tower" is set to "T1" and "Story" is set to "Story1".
- Options:** Contains two controls. A radio button labeled "Add Design Strips Along Cartesian Grid Lines" is selected. A checkbox labeled "Include Middle Strips" is checked.
- Parameters:** Contains four controls. "Grid System" is a dropdown set to "G2". "Grid Direction" is a dropdown set to "X". "Strip Layer" is a dropdown set to "A". "Strip Width" has two options: "Fixed" (selected) and "Auto". The "Fixed" option has a text input field containing the number "1" followed by a unit "m".

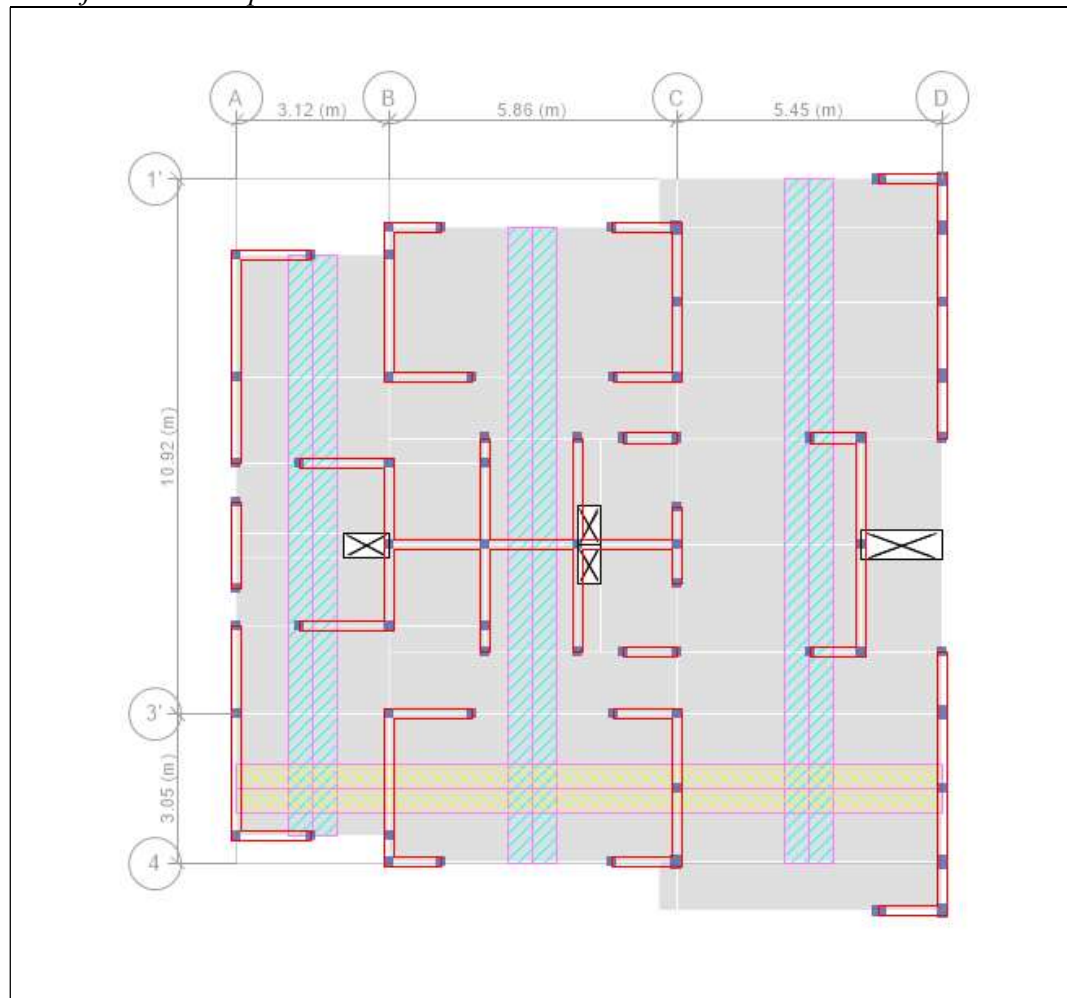
At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Close", and "Apply".

Elaborado por: Autor

Para el STRIPS se consideró un ancho de 1m en los dos sentidos, se optó por tres franjas en el sentido “Y”, y una en el sentido “X”, para al final un diseño unificado de los aceros de la losa.

Figura 47

Franjas o STRIPS para diseño de losas

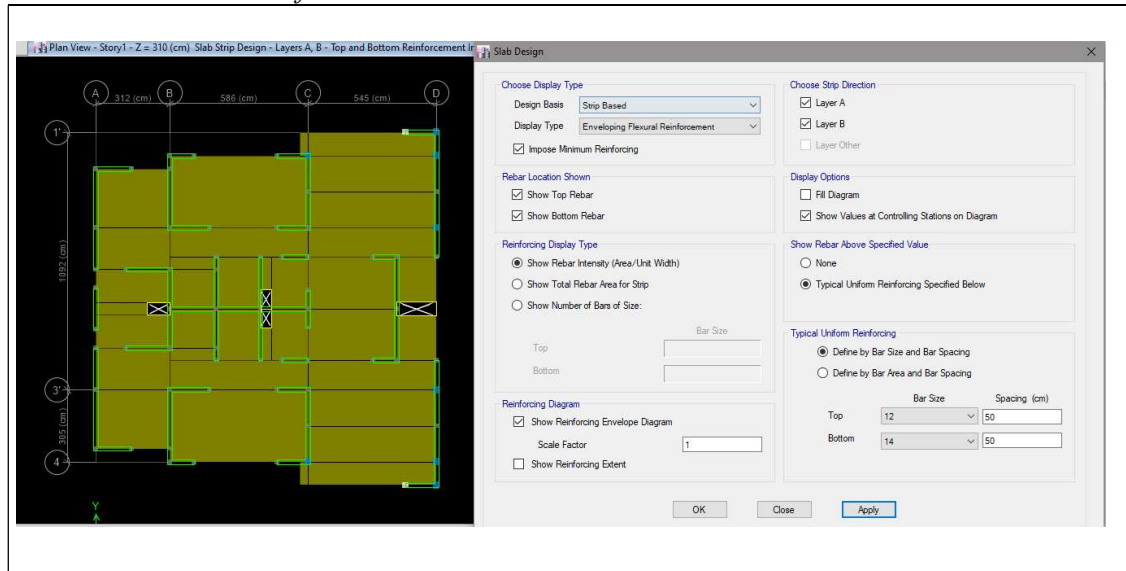


Elaborado por: Autor

En la *figura 48*. se muestra el diseño adoptado para la losa de entrepiso.

Figura 48

Diseño losa elementos finitos



Elaborado por: Autor

El acero de temperatura se calculó con la siguiente expresión:

$$A_{temp.} = 0.0018 * b * d \quad (Ec.11)$$

$$A_{temp.} = 0.0018 * 100cm * 5cm$$

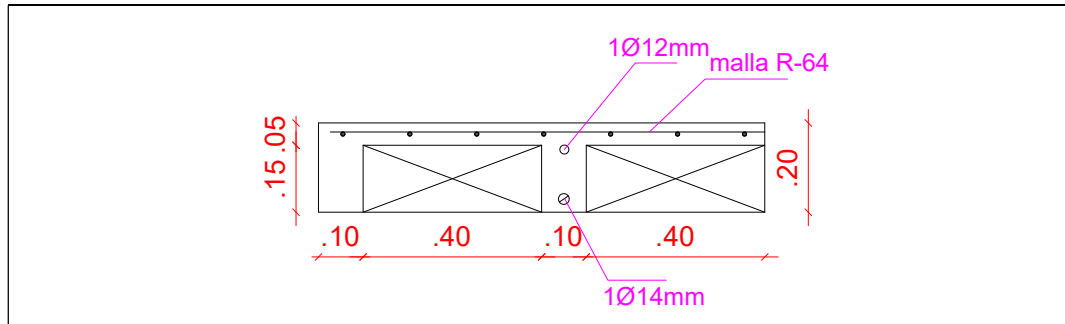
$$A_{temp.} = 0.90cm^2$$

$$s = 5 * h = 5 * 5cm = 25cm$$

Se escoge la malla R-64 de Novacero para temperatura.

Figura 49

Diseño de losa



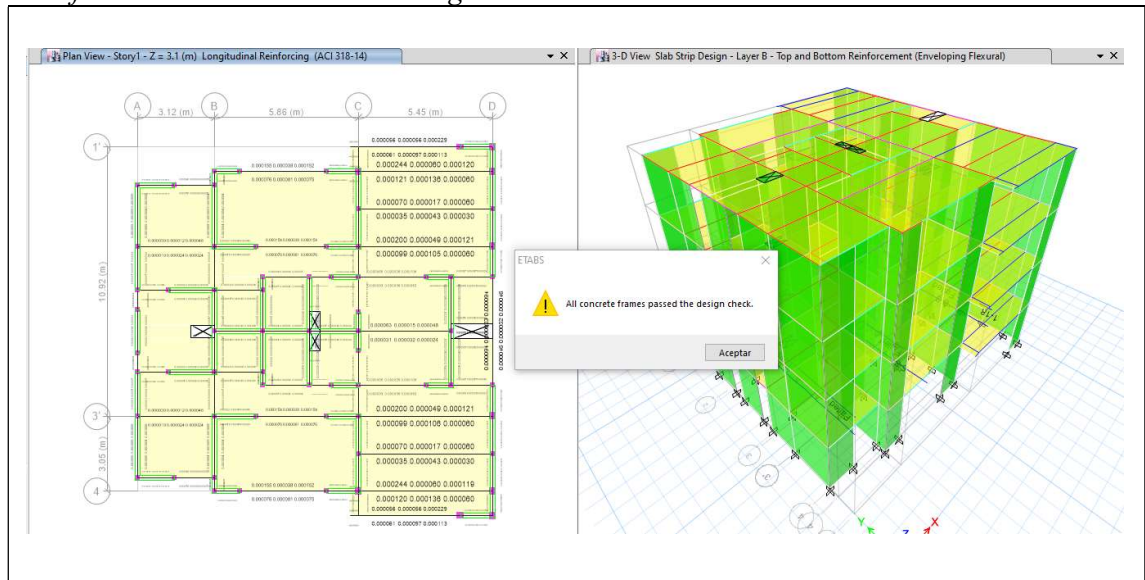
Elaborado por: Autor

3.4.7. Diagramas de cortes y momentos para diseño de vigas.

Tanto para el diseño de losa como de las vigas de hormigón se tuvo que realizar el chequeo de los elementos para así poder determinar las cuantías de acero necesarias.

Figura 50

Verificación de elementos de hormigón



Elaborado por: Autor

Acero de refuerzo en vigas.

Se verificó el acero de refuerzo mínimo en vigas con las siguientes ecuaciones (NEC_SE_HM, 2015, pág. 45).

$$A_s \geq \max \left[\frac{1.4}{f_y} * b_w * d; A_{smin} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} * b_w * d \right] \quad (\text{Ec.12})$$

Dónde:

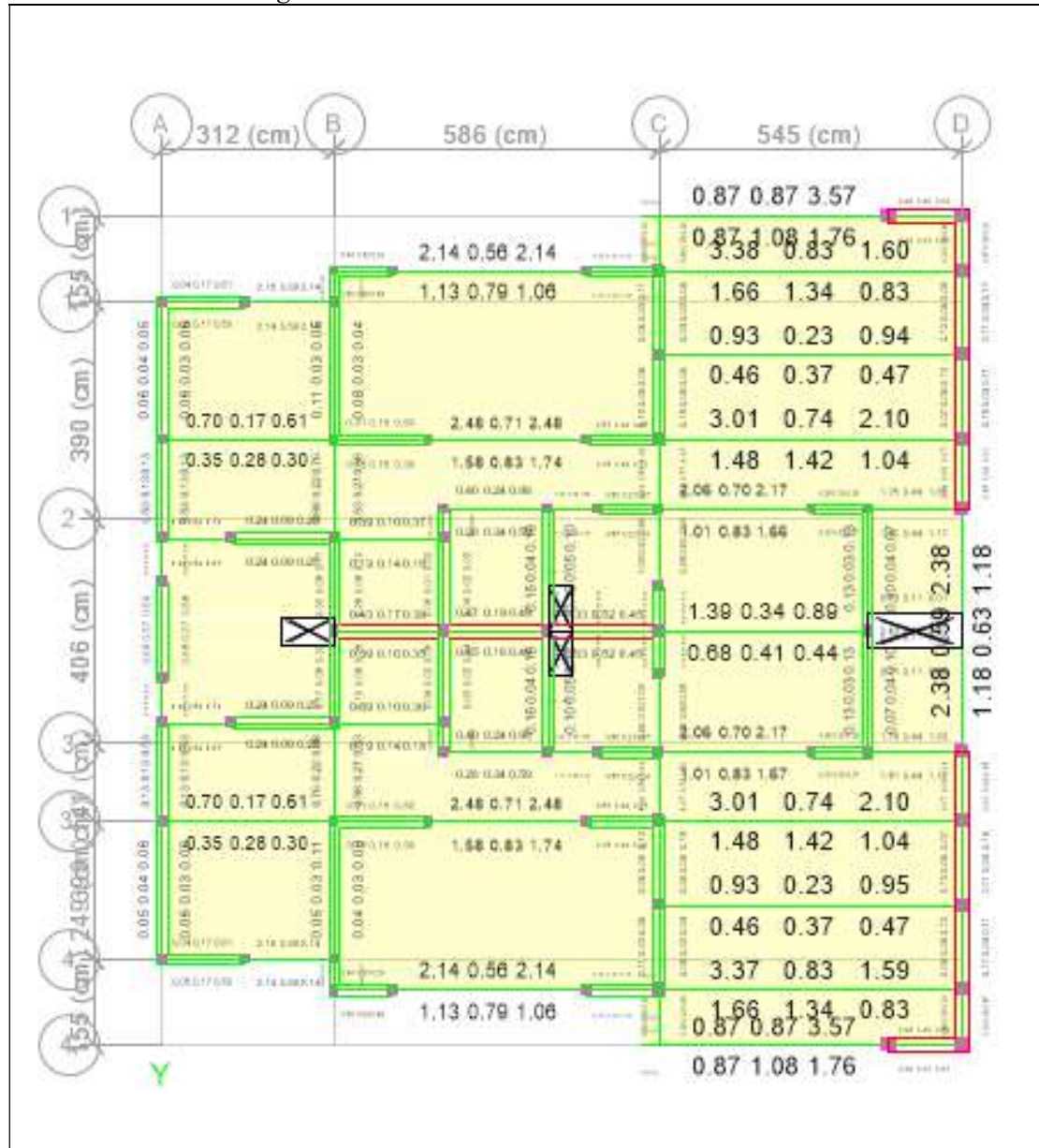
A_{s,min}	Área mínima de refuerzo de flexión (mm ²)
b_w	Ancho del alma o diámetro de la sección circular (mm)
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción (mm)
f_y	Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (MPa)
f'_c	Resistencia especificada a la compresión del Hormigón (MPa)

Como se puede apreciar se ha cumplido con los requerimientos para diseño estructural de hormigón armado que recomienda la norma.

A continuación, se detalla la cuantía de acero de las vigas.

Figura 51

Cuantía de acero en vigas



Elaborado por: Autor

Se realizó una tabla resumen para analizar las cuantías de los aceros de refuerzo en las vigas.

Tabla 20*Resumen cuantía de acero de refuerzo en vigas*

ACERO DE REFUERZO EN VIGAS PISO 1									
VIGA	b	h	Asmin	Acero positivo	As positivo usado	Acero negativo (cm2)			As negativo usado
	cm	cm	cm2	cm2	cm2	izq	centro	der	cm2
VX1	20	20	0.29	1.67	1.67	1.14	0.54	1.71	0.54
VX2	20	20	0.29	0.35	0.35	0.70	0.17	0.61	0.29
VX3	20	20	0.29	0.19	0.29	0.39	0.10	0.37	0.29
VX4	20	25	0.38	0.68	0.68	1.39	0.34	0.89	0.38
VX5	20	35	0.55	1.66	1.66	2.06	0.70	2.17	0.70
VX6	20	20	0.29	0.47	0.47	0.93	0.23	0.94	0.29
VX7	20	20	0.29	0.21	0.29	0.43	0.11	0.01	0.29
VX8	20	35	0.55	2.14	2.14	2.15	0.69	2.14	0.69
VX9	20	35	0.55	1.13	1.13	2.14	0.56	2.14	0.56
VX10	20	35	0.55	0.59	0.59	0.40	0.24	0.98	0.55
VX11	20	35	0.55	2.12	2.12	1.53	0.52	1.89	0.55
VX12	20	35	0.55	1.81	1.81	1.75	0.44	1.60	0.55
VX13	20	40	0.64	1.74	1.74	2.48	0.71	2.48	0.71
VX14	20	45	0.72	1.48	1.48	3.01	0.74	2.10	0.74
VX15	25	45	0.91	1.66	1.66	3.38	0.83	1.60	0.91
VX16	25	45	0.91	1.76	1.76	0.87	0.87	3.57	0.91

VIGA	b	h	Asmin	Acero positivo	As positivo usado	Acero negativo (cm2)			As negativo usado
	cm	cm	cm2	cm2	cm2	izq	centro	der	cm2
VY1	20	20	0.29	0.58	0.58	0.88	0.22	0.76	0.29
VY2	20	40	0.64	2.67	2.67	2.70	0.75	2.70	0.75
VY3	20	35	0.55	1.47	1.47	0.91	0.56	1.28	0.56
VY4	20	35	0.55	0.78	0.78	1.09	0.30	0.45	0.55
VY5	25	45	0.91	1.18	1.18	2.38	0.59	2.38	0.91
VY6	25	45	0.91	0.49	0.91	0.99	0.35	0.04	0.91

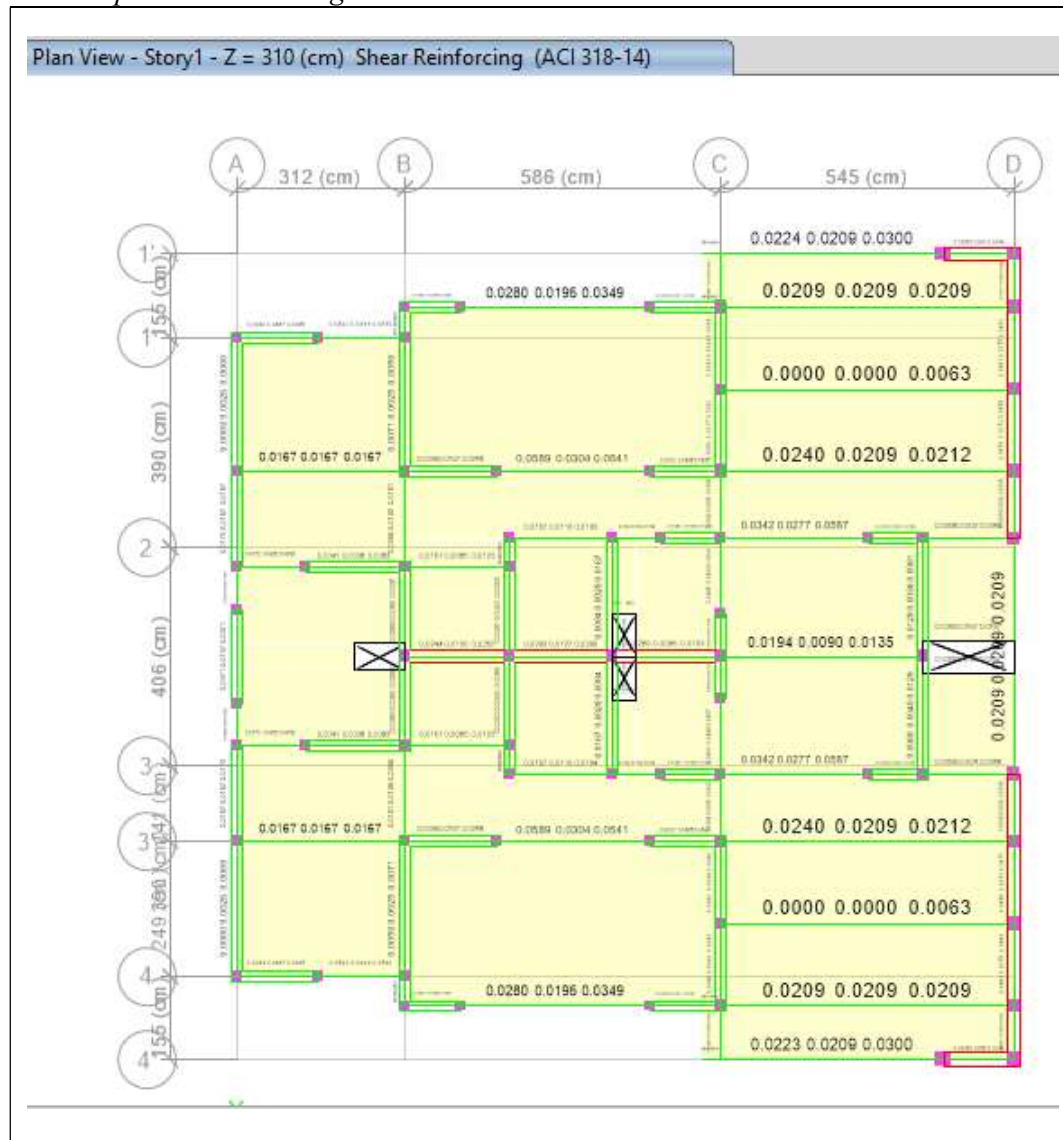
Elaborado por: Autor

Como se observa las cuantías de acero positivo a usar no superan el 2.67cm²,
 por tal motivo se usará 4Ø12mm, más los refuerzos negativos donde se necesite.

En cuanto al diseño por cortante se obtuvo los siguientes valores:

Figura 52

Diseño por cortante de vigas



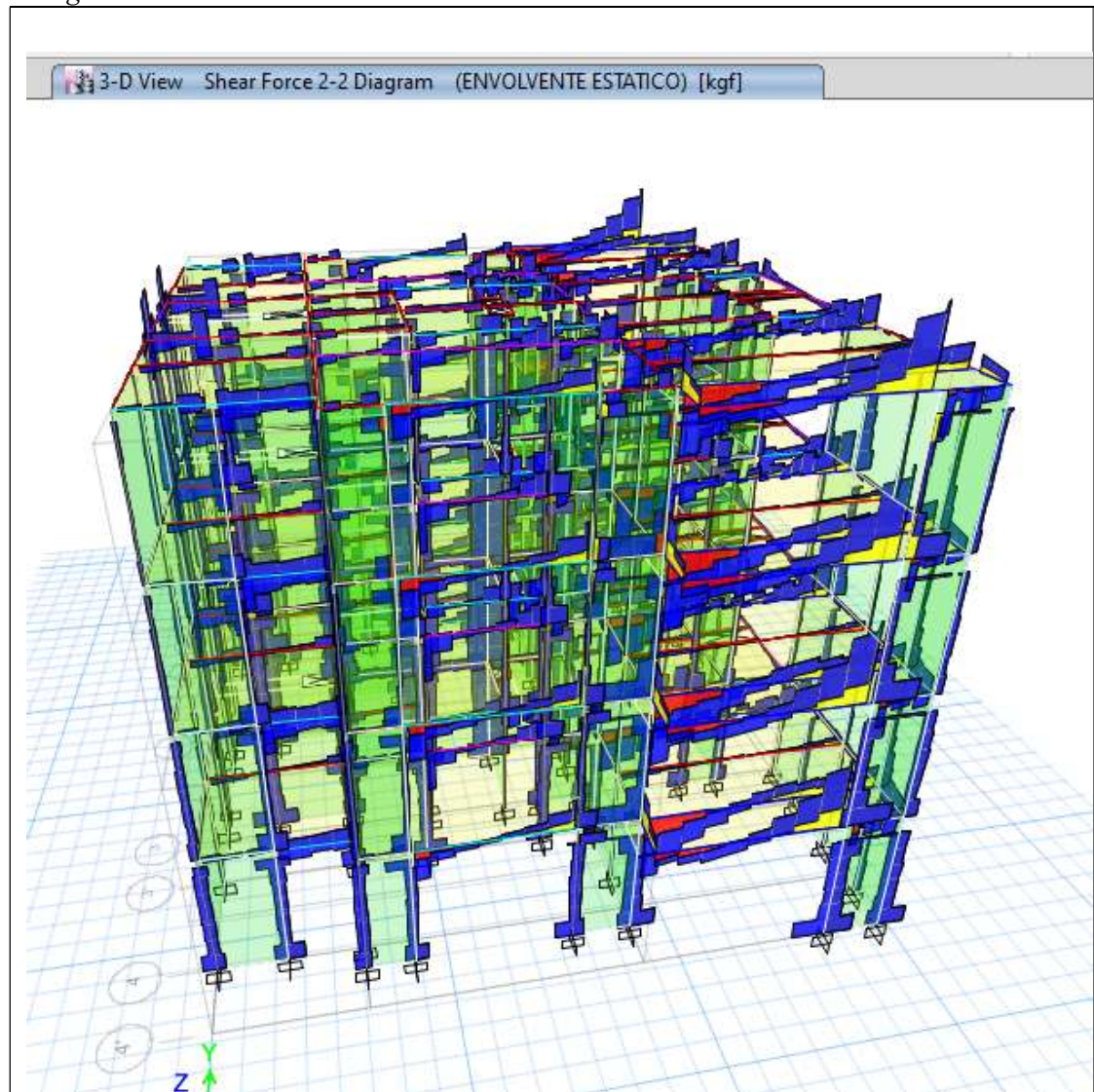
Elaborado por: Autor

Con lo que el diseño de los estribos queda de 1Ø10mm@10cm y @20cm

3.4.8. Diagramas de cortes y momentos de la estructura.

Figura 53

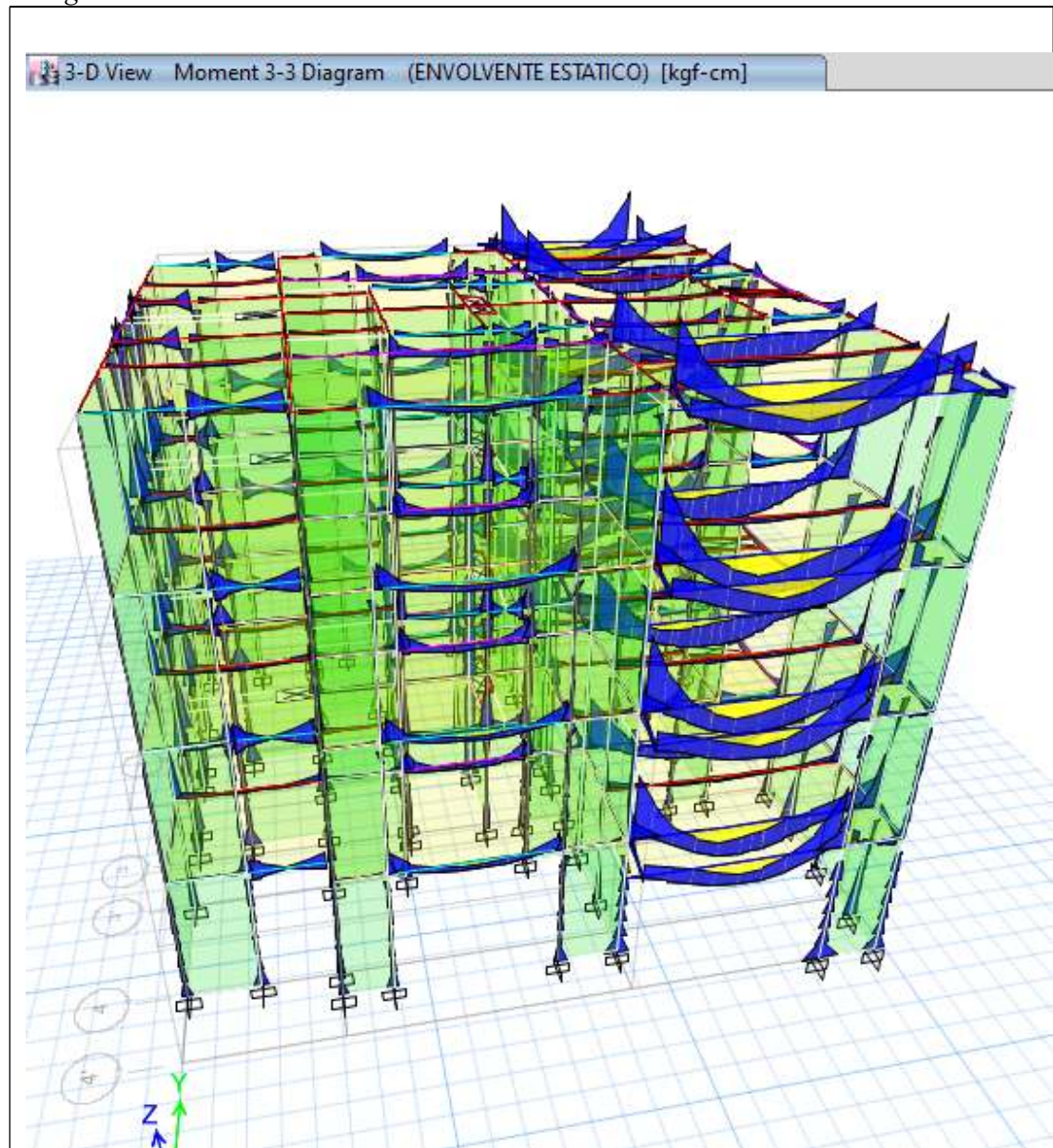
Diagrama de cortes de la estructura



Elaborado por: Autor

Figura 54

Diagrama de momentos de la estructura



Elaborado por: Autor

3.5. Control de aplastamiento del alma del muro

El diseño de los muros para soportar aplastamiento fue diseñado en su totalidad con la norma peruana E-0.70.

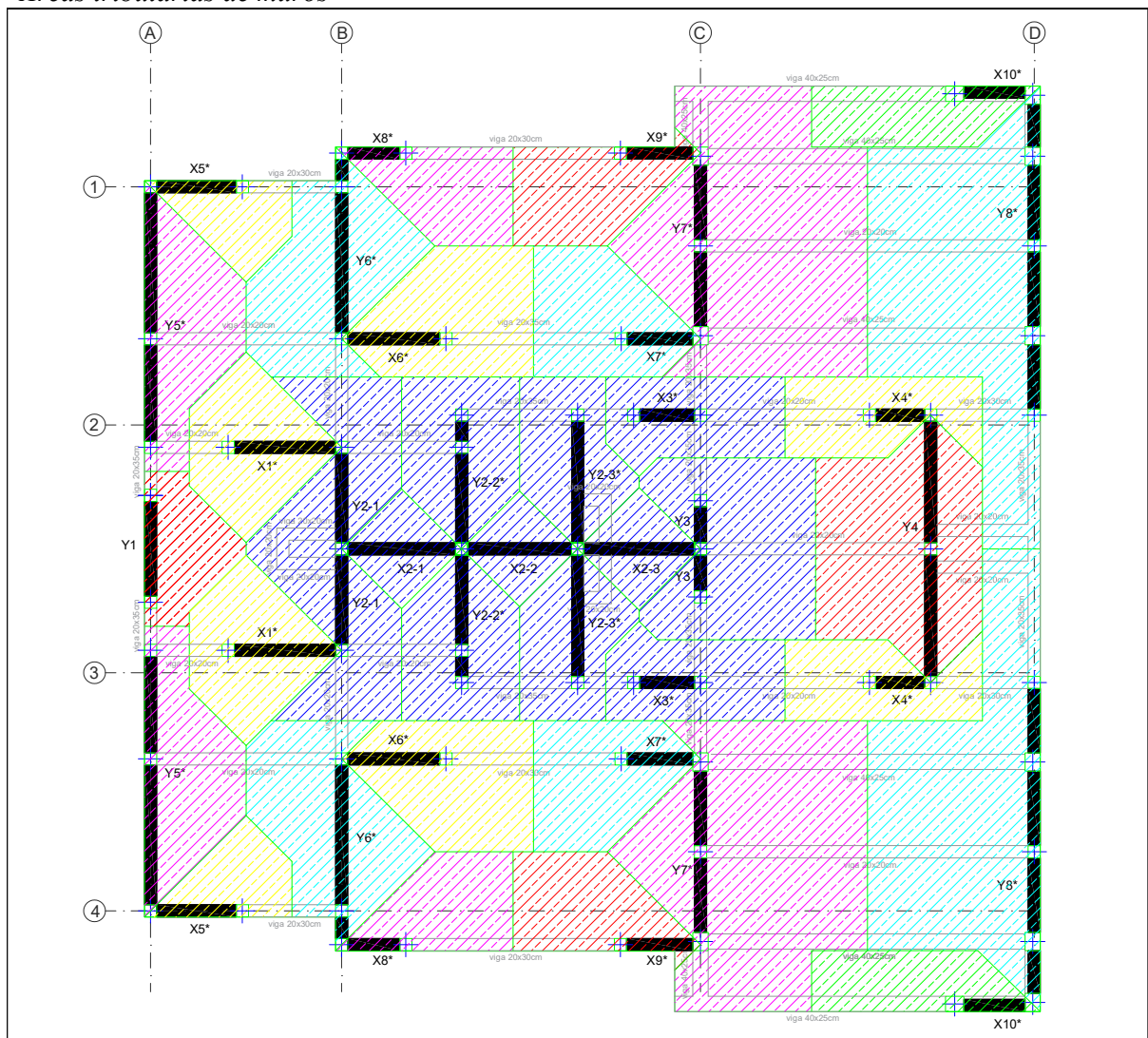
Previo a comenzar el diseño debe tomar en cuenta ciertas requerimientos que ya se vio anteriormente, como son la longitud mínima de los muros, la densidad en planta de muros, el espesor mínimo de los muros, continuidad vertical de muros y el esfuerzo axial máximo soportado por los muros. Este último lo veremos a continuación y posteriormente se realizará el control de los muros, para finalmente culminar con el diseño de los elementos de confinamiento (vigas y columnas de confinamiento).

3.5.1. Esfuerzo Máximo

Se empieza con el cálculo exacto de las cargas verticales actuantes en los muros, por lo que fue necesario definir las áreas cooperantes, así como los pesos de todos los elementos que influyen en cada muro, ya sean estos estructurales o no.

Figura 55

Áreas tributarias de muros



Elaborado por: Autor

Tabla 21

Carga axial en muros (Piso 1, 2, 3)

MURO	PESO PROPIO							PP ton	SOBRECARGA								SC ton	
	LONG. m	AREA LOSA m2	VIGAS						SECCIONES MUROS									
			20x20 m	20x40 m	20x35 m	25x45 m	30x25 m		S1 m	S2 m	S3 m	S4 m	S5 m	S6 m	S7 m	S8 m		
X1	2.05	4.36	0.53					4.46	0.35 0.82								0.69	
X2-1	2.16	1.92	1.55					3.42									-	
X2-2	2.09	1.79						3.27									-	
X2-3	2.20	1.70						3.51									0.74	0.56
X3	1.29	3.40						2.76									0.70 1.22	1.07
X4	1.20	3.39	2.03					3.31	0.71								-	
X5	1.70	2.20	0.71					3.12									0.19	
X6	1.90	5.10	1.33					4.83									0.87 1.75	1.51
X7	1.50	4.23	1.33					3.96									0.87 0.99	0.93
X8	1.25	3.06	1.65					3.15	0.32 1.33									0.72

X9	1.50	3.52	1.65			3.66	0.88	0.77	0.32	2.06	2.92		
X10	1.50	2.66	2.19			3.58	2.24					0.93	
Y1	1.95	2.58	1.06	0.58		3.67	0.58					1.46	1.48
Y2-1	3.53	7.35	6.46			8.14	0.63	1.06				2.28	2.69
Y2-2	2.39	4.15	0.88	0.85		4.94						3.26	2.46
Y2-3	2.39	3.40	0.80	1.21		4.65	0.76				3.58	2.86	
Y3	1.77	6.89	2.98			5.75	1.20				1.78	1.60	
Y4	4.58	8.42	1.50	1.78		9.69						3.28	2.47
Y5	4.47	4.68	1.99	0.29		7.64	0.41				0.13	0.19	
Y6	3.24	6.28	0.53	0.71		6.86	0.71					0.53	0.59
Y7	3.24	12.29	2.63	0.53	8.15	12.00	2.63		2.92				1.90
Y8	5.49	11.32	3.23	2.84	5.16	13.83	0.99	2.63	1.10		0.75	2.65	

Elaborado por: Autor

Tabla 22

Carga axial en muros (Terraza)

MURO	PESO PROPIO							PP ton	SOBRECARGA								SC ton
	LONG. m	AREA LOSA m2	VIGAS						SECCIONES MUROS								
			20x20 m	20x40 m	20x35 m	25x45 m	30x25 m		S1 m	S2 m	S3 m	S4 m	S5 m	S6 m	S7 m	S8 m	
X1	2.05	4.36	0.53					4.46									-
X2-1	2.16	1.92						3.42									-
X2-2	2.09	1.79						3.27									-
X2-3	2.20	1.70	1.55					3.51									0.84 0.21
X3	1.29	3.40	2.76					3.61									1.33 0.34
X4	1.20	3.39	2.03					3.36									-
X5	1.70	2.20	0.71					3.14									2.41 0.22
X6	1.90	5.10	1.33					4.77									-
X7	1.50	4.23	1.33					3.90									0.84 0.21
X8	1.25	3.06	1.65					3.19									2.90 0.27

X9	1.50	3.52	1.65	3.70	0.84	2.64	0.46
X10	1.50	2.66	2.19	3.46	3.74		0.95
Y1	1.95	2.58	1.06	0.58	3.69	2.54	0.24
Y2-1	3.53	7.35	6.46	8.14			-
Y2-2	2.39	4.15	0.88	0.85	4.96		-
Y2-3	2.39	3.40	0.80	1.21	4.68		-
Y3	1.77	6.89	2.98	5.82	2.12		0.54
Y4	4.58	8.42	1.50	1.78	9.73		-
Y5	4.47	4.68	1.99	0.29	7.64	4.76	0.44
Y6	3.24	6.28	0.53	0.71	6.88	1.26	0.12
Y7	3.24	12.29	2.63	0.53	8.15	11.57	5.32
Y8	5.49	11.32	3.23	2.84	5.16	13.62	7.58
							1.93

Elaborado por: Autor

Tabla 23*Carga axial acumulada*

MURO	PISO 1, 2, 3			TERRAZA			CARGA
	PP	SC	W	PP	SC	W	ACUMULADA
	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton
X1	4.46	0.69	5.36	4.46	-	4.60	20.68
X2-1	3.42	-	3.62	3.42	-	3.56	14.40
X2-2	3.27	-	3.47	3.27	-	3.41	13.83
X2-3	3.51	0.56	4.27	3.51	0.21	3.86	16.67
X3	3.54	1.07	4.81	3.61	0.34	4.09	18.52
X4	3.31	-	3.51	3.36	-	3.50	14.03
X5	3.12	0.19	3.51	3.14	0.22	3.50	14.03
X6	4.83	1.51	6.54	4.77	-	4.91	24.53
X7	3.96	0.93	5.10	3.90	0.21	4.25	19.55
X8	3.15	0.72	4.08	3.19	0.27	3.60	15.83
X9	3.66	2.92	6.78	3.70	0.46	4.29	24.62
X10	3.58	0.93	4.71	3.46	0.95	4.55	18.67
Y1	3.67	1.48	5.35	3.69	0.24	4.06	20.11
Y2-1	8.14	2.69	11.03	8.14	-	8.28	41.36
Y2-2	4.94	2.46	7.60	4.96	-	5.10	27.90
Y2-3	4.65	2.86	7.71	4.68	-	4.82	27.94
Y3	5.75	1.60	7.55	5.82	0.54	6.50	29.16
Y4	9.69	2.47	12.36	9.73	-	9.87	46.97
Y5	7.64	0.19	8.02	7.64	0.44	8.22	32.29
Y6	6.86	0.59	7.65	6.88	0.12	7.13	30.07
Y7	12.00	1.90	14.11	11.57	1.35	13.07	55.38
Y8	13.83	2.65	16.68	13.62	1.93	15.68	65.72

Elaborado por: Autor

Tabla 24*Esfuerzos en muros*

MURO	LONGITUD	ESPESOR	CARGA ACUMULADA	σ
	m	m	ton	(ton/m2)
X1	2.05	0.20	20.68	50.43
X2-1	2.16	0.25	14.40	26.67
X2-2	2.09	0.25	13.83	26.48
X2-3	2.20	0.25	16.67	30.30
X3	1.29	0.20	18.52	71.78
X4	1.20	0.20	14.03	58.47
X5	1.70	0.20	14.03	41.28
X6	1.90	0.20	24.53	64.55
X7	1.50	0.20	19.55	65.15
X8	1.25	0.20	15.83	63.30
X9	1.50	0.20	24.62	82.07
X10	1.50	0.25	18.67	49.79
Y1	1.95	0.20	20.11	51.57
Y2-1	3.53	0.20	41.36	58.59
Y2-2	2.39	0.20	27.90	58.37
Y2-3	2.39	0.20	27.94	58.46
Y3	1.77	0.20	29.16	82.36
Y4	4.58	0.20	46.97	51.27
Y5	4.47	0.20	32.29	36.12
Y6	3.24	0.20	30.07	46.41
Y7	3.24	0.20	55.38	85.47
Y8	5.49	0.25	65.72	47.88

Elaborado por: Autor

Como se puede observar el muro con mayor esfuerzo es el Y7 con un valor de 85.47 ton/m2.

$$\sigma = \frac{P}{L * t} \leq 0.2 * f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35 * t} \right)^2 \right] \leq 0.15 * f' m \quad (\text{Ec.13})$$

$$\sigma = \frac{55.38}{3.24 * 0.20} \leq 0.2 * 815.78 \left[1 - \left(\frac{2.90}{35 * 0.20} \right)^2 \right] \leq 0.15 * 815.78$$

$$\sigma = 85.47 \text{ ton/m}^2 \leq 135.15 \text{ ton/m}^2 \text{ (ok)}$$

$$\sigma = 85.47 \text{ ton/m}^2 \leq 122.37 \text{ ton/m}^2 \text{ (ok)}$$

3.5.2. Centro de masas.

Se debe tomar en cuenta que la norma indica que se debe considerar la carga reactiva que es el peso propio más la sobrecarga.

Hay que imponer un eje de coordenadas de manera estratégica para que facilite la ubicación de los muros.

Tabla 25*Centro de masas Piso 1, 2, 3*

MURO	Xi m	Yi m	Wi ton	WixXi ton-m	WixYi ton-m
XI sup	2.29	9.42	5.16	11.81	48.58
XI inf	2.29	5.92	5.16	11.81	30.53
X2-1	4.20	7.58	3.42	14.34	25.89
X2-2	6.13	7.58	3.27	20.07	24.81
X2-3	8.08	7.58	4.07	32.87	30.83
X3 sup	8.53	9.78	4.61	39.34	45.10
X3 inf	8.53	5.39	4.61	39.34	24.86
X4 sup	12.34	9.78	3.31	40.86	32.38
X4 inf	12.34	5.39	3.31	40.86	17.85
X5 sup	0.85	13.51	3.31	2.81	44.72
X5 inf	0.85	1.65	3.31	2.81	5.46
X6 sup	4.07	11.02	6.34	25.80	69.87
X6 inf	4.07	4.14	6.34	25.80	26.25
X7 sup	8.43	11.02	4.90	41.29	53.97
X7 inf	8.43	4.14	4.90	41.29	20.28
X8 sup	3.74	14.06	3.88	14.49	54.48
X8 inf	3.74	1.09	3.88	14.49	4.22
X9 sup	8.43	14.06	6.58	55.43	92.46
X9 inf	8.43	1.09	6.58	55.43	7.17
X10 sup	13.88	15.06	4.51	62.56	67.88
X10 inf	13.88	0.10	4.51	62.56	0.45
Y1	0.10	7.58	5.15	0.51	39.03
Y2-1	3.22	7.58	10.83	34.86	82.07
Y2-2 sup	5.18	8.67	7.40	38.33	64.15
Y2-2 inf	5.18	6.48	7.40	38.33	47.95
Y2-3 sup	7.07	8.67	7.51	53.09	65.10
Y2-3 inf	7.07	6.48	7.51	53.09	48.66
Y3	9.08	7.58	7.35	66.75	55.72
Y4	12.84	7.58	12.16	156.18	92.20
Y5 sup	0.10	11.38	7.82	0.78	89.01
Y5 inf	0.10	3.78	7.82	0.78	29.57
Y6 sup	3.22	12.54	7.45	23.98	93.38
Y6 inf	3.22	2.61	7.45	23.98	19.44
Y7 sup	9.08	12.54	13.91	126.26	174.37
Y7 inf	9.08	2.61	13.91	126.26	36.29
Y8 sup	14.53	12.41	16.48	239.43	204.49
Y8 inf	14.53	2.74	16.48	239.43	45.15
		Sum.=	252.54	1,878.12	1,914.62

Elaborado por: Autor

Tabla 26*Centro de masas Terraza*

MURO	Xi m	Yi m	Wi ton	WixXi ton-m	WixYi ton-m
XI sup	2.29	9.42	4.46	10.22	42.05
XI inf	2.29	5.92	4.46	10.22	26.42
X2-1	4.20	7.58	3.42	14.34	25.89
X2-2	6.13	7.58	3.27	20.07	24.81
X2-3	8.08	7.58	3.72	30.08	28.22
X3 sup	8.53	9.78	3.95	33.65	38.59
X3 inf	8.53	5.39	3.95	33.65	21.27
X4 sup	12.34	9.78	3.36	41.46	32.86
X4 inf	12.34	5.39	3.36	41.46	18.11
X5 sup	0.85	13.51	3.36	2.86	45.46
X5 inf	0.85	1.65	3.36	2.86	5.55
X6 sup	4.07	11.02	4.77	19.41	52.56
X6 inf	4.07	4.14	4.77	19.41	19.75
X7 sup	8.43	11.02	4.11	34.68	45.33
X7 inf	8.43	4.14	4.11	34.68	17.03
X8 sup	3.74	14.06	3.46	12.94	48.65
X8 inf	3.74	1.09	3.46	12.94	3.77
X9 sup	8.43	14.06	4.15	35.03	58.42
X9 inf	8.43	1.09	4.15	35.03	4.53
X10 sup	13.88	15.06	4.41	61.19	66.40
X10 inf	13.88	0.10	4.41	61.19	0.44
Y1	0.10	7.58	3.92	0.39	29.74
Y2-1	3.22	7.58	8.14	26.22	61.72
Y2-2 sup	5.18	8.67	4.96	25.70	43.02
Y2-2 inf	5.18	6.48	4.96	25.70	32.15
Y2-3 sup	7.07	8.67	4.68	33.05	40.53
Y2-3 inf	7.07	6.48	4.68	33.05	30.29
Y3	9.08	7.58	6.36	57.77	48.22
Y4	12.84	7.58	9.73	124.98	73.78
Y5 sup	0.10	11.38	8.08	0.81	92.00
Y5 inf	0.10	3.78	8.08	0.81	30.56
Y6 sup	3.22	12.54	6.99	22.52	87.72
Y6 inf	3.22	2.61	6.99	22.52	18.26
Y7 sup	9.08	12.54	12.93	117.38	162.11
Y7 inf	9.08	2.61	12.93	117.38	33.74
Y8 sup	14.53	12.41	15.54	225.87	192.91
Y8 inf	14.53	2.74	15.54	225.87	42.59
		Sum.=	217.03	1,627.42	1,645.45

Elaborado por: Autor

$$X_{cm \text{ piso } 1,2,3} = \frac{1878.12 \text{ ton} - m}{252.54 \text{ ton}}$$

$$\boxed{X_{cm \text{ piso } 1,2,3} = 7.44 \text{ m}}$$

$$Y_{cm \text{ piso } 1,2,3} = \frac{1914.62 \text{ ton} - m}{252.54 \text{ ton}}$$

$$\boxed{Y_{cm \text{ piso } 1,2,3} = 7.58 \text{ m}}$$

$$X_{cm \text{ terraza}} = \frac{1627.42 \text{ ton} - m}{217.03 \text{ ton}}$$

$$\boxed{X_{cm \text{ terraza}} = 7.50 \text{ m}}$$

$$Y_{cm \text{ terraza}} = \frac{1645.45 \text{ ton} - m}{217.03 \text{ ton}}$$

$$\boxed{Y_{cm \text{ terraza}} = 7.58 \text{ m}}$$

3.5.3. Centro de rigideces.

La norma peruana E-0.70, pide que se trabaje con secciones equivalentes de los muros, esto debido a la influencia de las columnas de confinamiento y a los muros ortogonales. En la norma está muy claro cómo realizar esta transformación y con ayuda del AUTOCAD se puede rápidamente obtener las áreas y los momentos de inercia de cada muro.

La rigidez lateral de los muros respeta la siguiente ecuación:

$$K = \frac{Em}{\frac{h^3}{3I} + \frac{f * h * Em}{A * Ga}} \quad (\text{Ec.14})$$

Donde:

Em = Módulo de elasticidad de la mampostería

h = Altura entrepiso

I = Momento de inercia

f = Factor de forma

A = Área sección transformada

Ga = Módulo de elasticidad de corte de la albañilería

$$f = \frac{\text{Área axial}}{\text{Área alma}} \quad (\text{Ec.15})$$

Tabla 27

Propiedades de los muros

SENTIDO X						
MURO	LONGITUD m	ALTURA (h) m	f	A1 m2	I3 m4	K ton
X1	2.05	3.1	0.51	0.84	1.92	14,080.38
X2-1	2.16	3.1	0.65	1.14	1.88	14,891.55
X2-2	2.09	3.1	0.70	1.19	2.48	14,723.85
X2-3	2.20	3.1	0.56	1.01	1.59	14,891.43
X3	1.29	3.1	0.47	0.41	0.26	5,833.04
X4	1.20	3.1	0.80	0.64	0.50	6,293.89
X5	1.70	3.1	0.57	0.74	0.53	9,373.06
X6	1.90	3.1	0.52	0.78	0.72	11,204.00
X7	1.50	3.1	0.63	0.70	0.84	8,929.95
X8	1.25	3.1	0.76	0.65	0.24	5,515.64
X9	1.50	3.1	0.63	0.70	0.86	8,953.33
X10	1.50	3.1	0.79	0.87	1.10	9,237.18
SENTIDO Y						
MURO	LONGITUD m	ALTURA (h) m	f	A1 m2	I2 m4	K ton
Y1	1.95	3.1	0.35	0.55	0.76	11,652.46
Y2-1	3.53	3.1	0.48	1.51	6.77	27,994.08
Y2-2	2.39	3.1	0.53	1.06	1.33	15,811.58
Y2-3	2.39	3.1	0.53	1.06	1.33	15,811.58
Y3	1.77	3.1	0.64	0.87	0.88	10,818.45
Y4	4.58	3.1	0.31	1.31	9.99	37,583.58
Y5	4.47	3.1	0.31	1.26	10.30	36,698.91
Y6	3.24	3.1	0.39	1.12	4.40	24,851.50
Y7	3.24	3.1	0.39	1.10	4.34	24,824.23
Y8	5.49	3.1	0.38	1.93	23.09	46,895.91

Elaborado por: Autor

Tabla 28

Rigideces

SENTIDO X			
MURO	YI m	KI ton	KI*YI ton-m
XI sup	9.42	14,080.38	132,637.19
XI inf	5.92	14,080.38	83,355.85
X2-1	7.58	14,891.55	112,877.97
X2-2	7.58	14,723.85	111,606.76
X2-3	7.58	14,891.43	112,877.07
X3 sup	9.78	5,833.04	57,047.08
X3 inf	5.39	5,833.04	31,440.06
X4 sup	9.78	6,293.89	61,554.22
X4 inf	5.39	6,293.89	33,924.06
X5 sup	13.51	9,373.06	126,630.09
X5 inf	1.65	9,373.06	15,465.55
X6 sup	11.02	11,204.00	123,468.05
X6 inf	4.14	11,204.00	46,384.55
X7 sup	11.02	8,929.95	98,408.01
X7 inf	4.14	8,929.95	36,969.98
X8 sup	14.06	5,515.64	77,549.95
X8 inf	1.09	5,515.64	6,012.05
X9 sup	14.06	8,953.33	125,883.89
X9 inf	1.09	8,953.33	9,759.13
X10 sup	15.06	9,237.18	139,111.96
X10 inf	0.10	9,237.18	923.72
SUM=		203,347.78	1,543,887.21
SENTIDO Y			
MURO	XI m	KI ton	KI*YI ton-m
Y1	0.10	11,652.46	1,165.25
Y2-1	3.22	27,994.08	90,140.94
Y2-2 sup	5.18	15,811.58	81,903.97
Y2-2 inf	5.18	15,811.58	81,903.97
Y2-3 sup	7.07	15,811.58	111,787.85
Y2-3 inf	7.07	15,811.58	111,787.85
Y3	9.08	10,818.45	98,231.57
Y4	12.84	37,583.58	482,573.14
Y5 sup	0.10	36,698.91	3,669.89
Y5 inf	0.10	36,698.91	3,669.89
Y6 sup	3.22	24,851.50	80,021.83
Y6 inf	3.22	24,851.50	80,021.83
Y7 sup	9.08	24,824.23	225,404.00

Y7 inf	9.08	24,824.23	225,404.00
Y8 sup	14.53	46,895.91	681,397.53
Y8 inf	14.53	46,895.91	681,397.53
SUM=		417,835.97	3,040,481.05

Elaborado por: Autor

$$X_{cr} = \frac{3,040,481.05 \text{ ton} - m}{417,835.97 \text{ ton}}$$

$$X_{cr} = 7.28 \text{ m}$$

$$Y_{cr} = \frac{1,543,887.21 \text{ ton} - m}{203,347.78 \text{ ton}}$$

$$Y_{cr} = 7.59 \text{ m}$$

3.5.4. Cortante basal.

En la *tabla 16* del numeral 3.4.2. *Análisis Estático Lineal*, se detalló el cálculo del cortante basal. La diferencia del cortante basal para el diseño de los muros, radica en que la norma peruana E-0.70 pide que se haga un análisis con sismo moderado (R=6) y sismo severo (R=3) tal como se explicó en la página 28 de este trabajo.

$$V_{severo} = 387.19 \text{ ton}$$

$$V_{moderado} = 193.59 \text{ ton}$$

Distribución de la fuerza cortante basal en la altura de la edificación (R=3).

Tabla 29

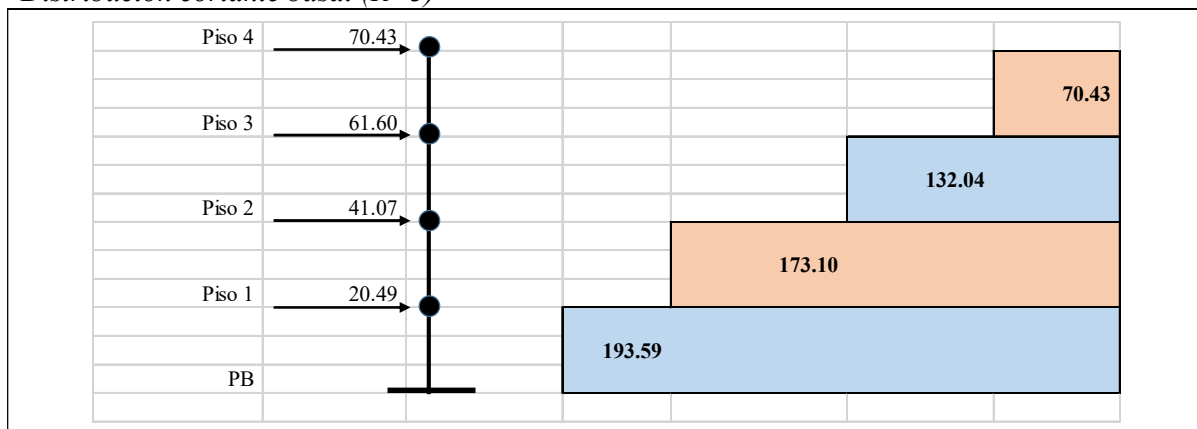
Distribución Cortante basal (R=3)

PISO	Wi ton	hi m	(Wi)x(hi) ton-m	Fi ton	Ycmi m	(Fi)x(Ycmi) m	Xcmi m	(Fi)x(Xcmi) m
4	217.03	12.40	2,691.19	70.43	7.58	533.99	7.50	528.14
3	253.10	9.30	2,353.82	61.60	7.61	468.59	7.39	455.18
2	253.10	6.20	1,569.21	41.07	7.58	311.36	7.39	303.45
1	252.54	3.10	782.87	20.49	7.58	155.34	7.44	152.37
			7,397.10	193.59		1,469.28		1,439.15

Elaborado por: Autor

Figura 56

Distribución cortante basal (R=3)



Elaborado por: Autor

Distribución de la fuerza cortante basal en la altura de la edificación (R=6).

Tabla 30

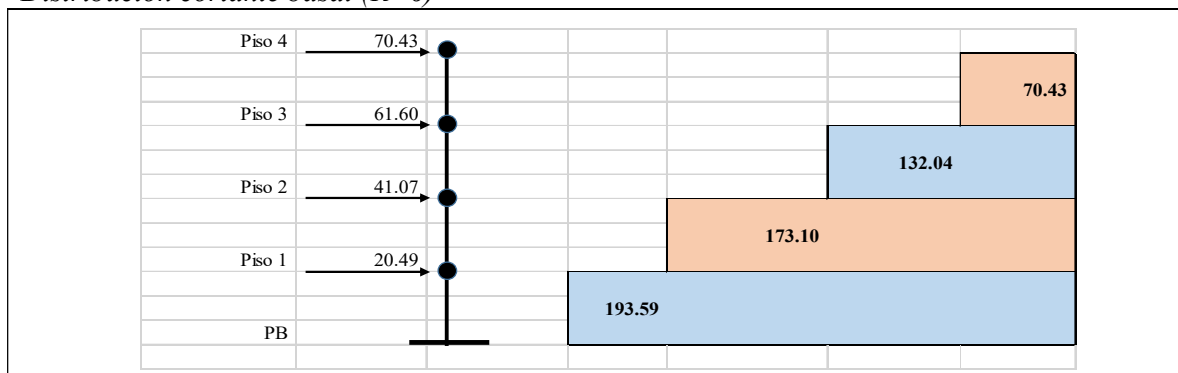
Distribución Cortante basal (R=6)

PISO	Wi ton	hi m	(Wi)x(hi) ton-m	Fi ton	Ycmi m	(Fi)x(Ycmi) m	Xcmi m	(Fi)x(Xcmi) m
4	217.03	12.40	2,691.19	70.43	7.58	533.99	7.50	528.14
3	253.10	9.30	2,353.82	61.60	7.58	467.04	7.44	458.14
2	253.10	6.20	1,569.21	41.07	7.58	311.36	7.44	305.42
1	252.54	3.10	782.87	20.49	7.58	155.34	7.44	152.37
			7,397.10	193.59		1,467.73		1,444.07

Elaborado por: Autor

Figura 57

Distribución cortante basal (R=6)



Elaborado por: Autor

Cortante basal en los muros.

El cortante basal en cada muro (V_{ti}), se calcula sumando la cortante por traslación (V_{1i}) más la cortante producida por la torsión (V_{2i}).

$$V_{ti} = V_{1i} + V_{2i} \quad (\text{Ec.16})$$

Cortante basal por traslación

Se la obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$V_{1i} = \frac{K_i * V}{2 * \sum K_i} \quad (\text{Ec.17})$$

Donde:

V = cortante basal total sismo moderado (R=6)

Tabla 31

Cortante por traslación

Vli X			
MURO	KI ton	V ton	Vli ton
XI sup	14,080.38	193.59	6.70
XI inf	14,080.38	193.59	6.70
X2-1	14,891.55	193.59	7.09
X2-2	14,723.85	193.59	7.01
X2-3	14,891.43	193.59	7.09
X3 sup	5,833.04	193.59	2.78
X3 inf	5,833.04	193.59	2.78
X4 sup	6,293.89	193.59	3.00
X4 inf	6,293.89	193.59	3.00
X5 sup	9,373.06	193.59	4.46
X5 inf	9,373.06	193.59	4.46
X6 sup	11,204.00	193.59	5.33
X6 inf	11,204.00	193.59	5.33
X7 sup	8,929.95	193.59	4.25
X7 inf	8,929.95	193.59	4.25
X8 sup	5,515.64	193.59	2.63
X8 inf	5,515.64	193.59	2.63
X9 sup	8,953.33	193.59	4.26
X9 inf	8,953.33	193.59	4.26
X10 sup	9,237.18	193.59	4.40
X10 inf	9,237.18	193.59	4.40
SUM=	203,347.78		
Vli Y			
MURO	KI ton	V ton	Vli ton
Y1	11,652.46	193.59	2.70
Y2-1	27,994.08	193.59	6.49
Y2-2 sup	15,811.58	193.59	3.66
Y2-2 inf	15,811.58	193.59	3.66
Y2-3 sup	15,811.58	193.59	3.66
Y2-3 inf	15,811.58	193.59	3.66
Y3	10,818.45	193.59	2.51
Y4	37,583.58	193.59	8.71
Y5 sup	36,698.91	193.59	8.50
Y5 inf	36,698.91	193.59	8.50
Y6 sup	24,851.50	193.59	5.76
Y6 inf	24,851.50	193.59	5.76
Y7 sup	24,824.23	193.59	5.75
Y7 inf	24,824.23	193.59	5.75
Y8 sup	46,895.91	193.59	10.86
Y8 inf	46,895.91	193.59	10.86
SUM=	417,835.97		

Elaborado por: José Espín

Cortante basal por torsión.

Se calculó con la siguiente expresión:

$$V2i = \frac{K_i * R_i * M_i}{R_t} \quad (\text{Ec.18})$$

Donde:

R_i= Distancia desde Cr (centro de rigidez) al muro i

M_i= Momento torsor que incluye excentricidad accidental en el muro i

R_t= Rigidez torsional

Tabla 32

Cálculo de R_t

RtX			
MURO	KI ton	RiX m	KI*Ri^2 ton-m2
XI sup	14,080.38	-1.83	47,032.83
XI inf	14,080.38	1.67	39,379.30
X2-1	14,891.55	0.01	2.27
X2-2	14,723.85	0.01	2.25
X2-3	14,891.43	0.01	2.27
X3 sup	5,833.04	-2.19	27,915.85
X3 inf	5,833.04	2.20	28,292.20
X4 sup	6,293.89	-2.19	30,121.41
X4 inf	6,293.89	2.20	30,527.49
X5 sup	9,373.06	-5.92	328,231.55
X5 inf	9,373.06	5.94	330,976.99
X6 sup	11,204.00	-3.43	131,633.47
X6 inf	11,204.00	3.45	133,537.20
X7 sup	8,929.95	-3.43	104,916.11
X7 inf	8,929.95	3.45	106,433.45
X8 sup	5,515.64	-6.47	230,722.23
X8 inf	5,515.64	6.50	233,204.39
X9 sup	8,953.33	-6.47	374,522.60
X9 inf	8,953.33	6.50	378,551.79
X10 sup	9,237.18	-7.47	515,119.01
X10 inf	9,237.18	7.49	518,531.86
SUM=			3,589,656.53
RtY			
MURO	KI ton	RiY m	KI*Ri^2 ton-m2
Y1	11,652.46	7.18	600,165.67
Y2-1	27,994.08	4.06	460,701.03
Y2-2 sup	15,811.58	2.10	69,512.31

Y2-2 inf	15,811.58	2.10	69,512.31
Y2-3 sup	15,811.58	0.21	675.77
Y2-3 inf	15,811.58	0.21	675.77
Y3	10,818.45	-1.80	35,179.12
Y4	37,583.58	-5.56	1,163,209.22
Y5 sup	36,698.91	7.18	1,890,195.83
Y5 inf	36,698.91	7.18	1,890,195.83
Y6 sup	24,851.50	4.06	408,983.32
Y6 inf	24,851.50	4.06	408,983.32
Y7 sup	24,824.23	-1.80	80,722.68
Y7 inf	24,824.23	-1.80	80,722.68
Y8 sup	46,895.91	-7.25	2,467,187.75
Y8 inf	46,895.91	-7.25	2,467,187.75
SUM=			12,093,810.35

Elaborado por: Autor

$$Rt = \sum Ki * Ri^2$$

$$Rt = 3,589,656.53 + 12,093,810.35$$

$$Rt = 15683466.88 \text{ ton} - m2$$

Momento torsional

Sentido X-X

$B_x = 15.16m$ (lado donde actúa la fuerza sentido X)

$$e_{ax} = 0.05 * B_x = 0.05 * 15.16 = 0.76m$$

$$e_x = Y_{cr} - Y_{cm} = 7.59 - 7.59 = 0.00m$$

$e_x < e_{ax} \rightarrow$ se invierte sentido del momento torsor

$$e'_x = 1.5 * e_x + e_{ax} = 1.5 * 0.0 + 0.76 = 0.76m$$

$$M_{tx} = V * e'_x * (-1)$$

$$M_{tx} = 192.05 * (0.76) * (-1)$$

$$\boxed{M_{tx} = -147.56 \text{ton} - m}$$

Sentido Y-Y

$B_y = 14.63m$ (lado donde actúa la fuerza sentido Y)

$$e_{ay} = 0.05 * B_y = 0.05 * 14.63 = 0.73m$$

$$e_y = X_{cr} - X_{cm} = 7.27 - 7.41 = -0.14m$$

$e_y < e_{ay} \rightarrow$ se invierte sentido del momento torsor

$$e'_y = 1.5 * e_y + e_{ay} = 1.5 * (-0.14) + 0.73 = 0.52m$$

$$M_{ty} = V * e'_y * (-1)$$

$$M_{ty} = 192.05 * (0.52) * (-1)$$

$$\boxed{M_{ty} = -95.97 \text{ton} - m}$$

Tabla 33

Cortante por rotación

V2iX					
MURO	KI ton	RiX m	Mt mayor ton-m	Rt m	V2i ton
XI sup	14,080.38	-1.83	-117.55	15,683,466.88	0.19
XI inf	14,080.38	1.67	-117.55	15,683,466.88	-0.18
X2-1	14,891.55	0.01	-117.55	15,683,466.88	-0.00
X2-2	14,723.85	0.01	-117.55	15,683,466.88	-0.00
X2-3	14,891.43	0.01	-117.55	15,683,466.88	-0.00
X3 sup	5,833.04	-2.19	-117.55	15,683,466.88	0.10
X3 inf	5,833.04	2.20	-117.55	15,683,466.88	-0.10
X4 sup	6,293.89	-2.19	-117.55	15,683,466.88	0.10
X4 inf	6,293.89	2.20	-117.55	15,683,466.88	-0.10
X5 sup	9,373.06	-5.92	-117.55	15,683,466.88	0.42
X5 inf	9,373.06	5.94	-117.55	15,683,466.88	-0.42
X6 sup	11,204.00	-3.43	-117.55	15,683,466.88	0.29
X6 inf	11,204.00	3.45	-117.55	15,683,466.88	-0.29
X7 sup	8,929.95	-3.43	-117.55	15,683,466.88	0.23
X7 inf	8,929.95	3.45	-117.55	15,683,466.88	-0.23
X8 sup	5,515.64	-6.47	-117.55	15,683,466.88	0.27
X8 inf	5,515.64	6.50	-117.55	15,683,466.88	-0.27
X9 sup	8,953.33	-6.47	-117.55	15,683,466.88	0.43
X9 inf	8,953.33	6.50	-117.55	15,683,466.88	-0.44
X10 sup	9,237.18	-7.47	-117.55	15,683,466.88	0.52
X10 inf	9,237.18	7.49	-117.55	15,683,466.88	-0.52
V2iY					
MURO	KI ton	RiY m	Mt mayor ton-m	Rt m	V2i ton
Y1	11,652.46	7.18	-95.97	15,683,466.88	-0.51
Y2-1	27,994.08	4.06	-95.97	15,683,466.88	-0.69
Y2-2 sup	15,811.58	2.10	-95.97	15,683,466.88	-0.20
Y2-2 inf	15,811.58	2.10	-95.97	15,683,466.88	-0.20
Y2-3 sup	15,811.58	0.21	-95.97	15,683,466.88	-0.02
Y2-3 inf	15,811.58	0.21	-95.97	15,683,466.88	-0.02
Y3	10,818.45	-1.80	-95.97	15,683,466.88	0.12
Y4	37,583.58	-5.56	-95.97	15,683,466.88	1.28
Y5 sup	36,698.91	7.18	-95.97	15,683,466.88	-1.61
Y5 inf	36,698.91	7.18	-95.97	15,683,466.88	-1.61
Y6 sup	24,851.50	4.06	-95.97	15,683,466.88	-0.62
Y6 inf	24,851.50	4.06	-95.97	15,683,466.88	-0.62
Y7 sup	24,824.23	-1.80	-95.97	15,683,466.88	0.27
Y7 inf	24,824.23	-1.80	-95.97	15,683,466.88	0.27
Y8 sup	46,895.91	-7.25	-95.97	15,683,466.88	2.08
Y8 inf	46,895.91	-7.25	-95.97	15,683,466.88	2.08

Elaborado por: Autor

Fuerza cortante Vti

Tabla 34

<i>Fuerza cortante Vti</i>			
MURO	VtX		
	V1i ton	V2i ton	Vti ton
XI sup	6.70	0.19	6.90
XI inf	6.70	-0.18	6.53
X2-1	7.09	-0.00	7.09
X2-2	7.01	-0.00	7.01
X2-3	7.09	-0.00	7.09
X3 sup	2.78	0.10	2.87
X3 inf	2.78	-0.10	2.68
X4 sup	3.00	0.10	3.10
X4 inf	3.00	-0.10	2.89
X5 sup	4.46	0.42	4.88
X5 inf	4.46	-0.42	4.04
X6 sup	5.33	0.29	5.62
X6 inf	5.33	-0.29	5.04
X7 sup	4.25	0.23	4.48
X7 inf	4.25	-0.23	4.02
X8 sup	2.63	0.27	2.89
X8 inf	2.63	-0.27	2.36
X9 sup	4.26	0.43	4.70
X9 inf	4.26	-0.44	3.83
X10 sup	4.40	0.52	4.91
X10 inf	4.40	-0.52	3.88
MURO	VtY		
	V1i ton	V2i ton	Vti ton
Y1	2.70	-0.51	2.19
Y2-1	6.49	-0.69	5.79
Y2-2 sup	3.66	-0.20	3.46
Y2-2 inf	3.66	-0.20	3.46
Y2-3 sup	3.66	-0.02	3.64
Y2-3 inf	3.66	-0.02	3.64
Y3	2.51	0.12	2.63
Y4	8.71	1.28	9.99
Y5 sup	8.50	-1.61	6.89
Y5 inf	8.50	-1.61	6.89
Y6 sup	5.76	-0.62	5.14
Y6 inf	5.76	-0.62	5.14
Y7 sup	5.75	0.27	6.02
Y7 inf	5.75	0.27	6.02
Y8 sup	10.86	2.08	12.95
Y8 inf	10.86	2.08	12.95

Elaborado por: Autor

3.5.5. Control de fisuración y agrietamiento diagonal.

El propósito de este control es evitar que los muros se fisuren ante sismos moderados. En nuestra norma NEC 2015 no se habla de sismos moderados, pero para aclararlo explicaremos que sismo moderado es cálculo del cortante con un $R=6$ y sismo severo es con $R=3$ o como lo veremos más adelante un sismo severo con un factor de mayoración calculado que varía de 2 a 3.

En este punto se debe aclarar que el valor de la resistencia al corte en muros ($v'm$) se lo tomo de la tesis realizada en la “Universidad Nacional de Chimborazo” por los autores Adrián Enríquez y Carolina López, en cuya tesis se realizó ensayos de laboratorio siguiendo la NEC-SE-MP para determinar propiedades de la mampostería confinada.

Se procedió entonces primeramente con el cálculo de los cortantes y momentos por piso de los muros.

Tabla 35*Cortantes y momentos por piso Muros X*

Muro	Cortante	CORTANTES				MOMENTOS			
		Fi				Mi			
	Vti	Piso 4	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Piso 4	Piso 3	Piso 2	Piso 1
	ton	F4	F3	F2	F1	M4	M3	M2	M1
	ton	ton	ton	ton	ton	ton-m	ton-m	ton-m	ton-m
XI sup	6.90	2.76	2.07	1.38	0.69	8.55	23.51	42.75	64.13
XI inf	6.53	2.61	1.96	1.31	0.65	8.09	22.25	40.46	60.69
X2-1	7.09	2.83	2.13	1.42	0.71	8.79	24.17	43.94	65.91
X2-2	7.01	2.80	2.10	1.40	0.70	8.69	23.90	43.45	65.17
X2-3	7.09	2.83	2.13	1.42	0.71	8.79	24.17	43.94	65.91
X3 sup	2.87	1.15	0.86	0.57	0.29	3.56	9.79	17.81	26.71
X3 inf	2.68	1.07	0.80	0.54	0.27	3.32	9.14	16.62	24.93
X4 sup	3.10	1.24	0.93	0.62	0.31	3.84	10.57	19.21	28.82
X4 inf	2.89	1.16	0.87	0.58	0.29	3.59	9.86	17.93	26.90
X5 sup	4.88	1.95	1.46	0.98	0.49	6.05	16.63	30.24	45.36
X5 inf	4.04	1.62	1.21	0.81	0.40	5.01	13.79	25.07	37.61
X6 sup	5.62	2.25	1.69	1.12	0.56	6.97	19.17	34.85	52.28
X6 inf	5.04	2.02	1.51	1.01	0.50	6.25	17.20	31.27	46.90
X7 sup	4.48	1.79	1.34	0.90	0.45	5.56	15.28	27.78	41.67
X7 inf	4.02	1.61	1.21	0.80	0.40	4.98	13.71	24.92	37.38
X8 sup	2.89	1.16	0.87	0.58	0.29	3.59	9.86	17.94	26.90
X8 inf	2.36	0.94	0.71	0.47	0.24	2.92	8.04	14.61	21.92
X9 sup	4.70	1.88	1.41	0.94	0.47	5.82	16.01	29.11	43.67
X9 inf	3.83	1.53	1.15	0.77	0.38	4.74	13.05	23.72	35.58
X10 sup	4.91	1.97	1.47	0.98	0.49	6.09	16.76	30.47	45.70
X10 inf	3.88	1.55	1.16	0.78	0.39	4.81	13.22	24.05	36.07

Elaborado por: Autor

Tabla 36*Cortantes y momentos por piso Muros Y*

Muro	Cortante	CORTANTES				MOMENTOS			
		Fi				Mi			
		Piso 4	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Piso 4	Piso 3	Piso 2	Piso 1
	Vti ton	F4 ton	F3 ton	F2 ton	F1 ton	M4 ton-m	M3 ton-m	M2 ton-m	M1 ton-m
Y1	2.19	0.88	0.66	0.44	0.22	2.71	7.46	13.56	20.35
Y2-1	5.79	2.32	1.74	1.16	0.58	7.18	19.74	35.90	53.85
Y2-2 sup	3.46	1.38	1.04	0.69	0.35	4.29	11.80	21.45	32.18
Y2-2 inf	3.46	1.38	1.04	0.69	0.35	4.29	11.80	21.45	32.18
Y2-3 sup	3.64	1.46	1.09	0.73	0.36	4.52	12.42	22.59	33.88
Y2-3 inf	3.64	1.46	1.09	0.73	0.36	4.52	12.42	22.59	33.88
Y3	2.63	1.05	0.79	0.53	0.26	3.26	8.95	16.28	24.42
Y4	9.99	3.99	3.00	2.00	1.00	12.38	34.05	61.91	92.87
Y5 sup	6.89	2.76	2.07	1.38	0.69	8.54	23.50	42.72	64.08
Y5 inf	6.89	2.76	2.07	1.38	0.69	8.54	23.50	42.72	64.08
Y6 sup	5.14	2.06	1.54	1.03	0.51	6.37	17.53	31.87	47.80
Y6 inf	5.14	2.06	1.54	1.03	0.51	6.37	17.53	31.87	47.80
Y7 sup	6.02	2.41	1.81	1.20	0.60	7.47	20.54	37.35	56.03
Y7 inf	6.02	2.41	1.81	1.20	0.60	7.47	20.54	37.35	56.03
Y8 sup	12.95	5.18	3.88	2.59	1.29	16.05	44.14	80.26	120.39
Y8 inf	12.95	5.18	3.88	2.59	1.29	16.05	44.14	80.26	120.39

Elaborado por: Autor

Para controlar la fisuración la norma peruana recomienda cumplir la siguiente condición.

$$V_e \leq 0.55 * V_m \quad (\text{Ec.19})$$

Donde:

V_e =Cortante producida por el sismo moderado, obtenido del análisis elástico

V_m = Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal del muro

$$V_m = 0.5 * v'm * \alpha * t * L + 0.23 * P_g \quad (\text{Ec.20})$$

Donde:

$v'm$ = resistencia característica a corte del muro

P_g = Carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida

t = Espesor del muro

L = Longitud del muro

α = Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e * L}{M_e} \leq 1 \quad (\text{Ec.21})$$

Donde:

M_e = Momento flector del muro obtenido del análisis elástico

$$V_u = V_e * \left(\frac{V_{m1}}{V_{e1}} \right) \quad (\text{Ec.22})$$

Donde:

V_{m1}/V_{e1} = Factor de amplificación, se mantiene constante para todos los pisos

V_u = Cortante por sismo severo

V_{m1} = Cortante de agrietamiento diagonal en el Primer piso

V_{e1} = Cortante producido por el sismo moderado en el Primer piso

$$Mu = Me * \left(\frac{Vm1}{Ve1}\right) \quad (\text{Ec.23})$$

Donde:

Mu= Momento por sismo severo

Me=Momento por sismo moderado

$$2 \leq \frac{Vm1}{Ve1} \leq 3$$

Tabla 37

Control de fisuración Piso I Muros X

Muro	Longitud m	Pg ton	Ve ton	Me ton-m	α	α asumido	Vm ton	0.55Vm ton	Ve≤0.55Vm
XI sup	2.05	19.94	6.90	64.13	0.22	0.33	12.65	6.96	Ok
XI inf	2.05	19.94	6.53	60.69	0.22	0.33	12.65	6.96	Ok
X2-1	2.16	13.66	7.09	65.91	0.23	0.33	11.64	6.40	No
X2-2	2.09	13.09	7.01	65.17	0.22	0.33	11.23	6.18	No
X2-3	2.20	15.93	7.09	65.91	0.24	0.33	12.32	6.77	No
X3 sup	1.29	17.78	2.87	26.71	0.14	0.33	9.16	5.04	Ok
X3 inf	1.29	17.78	2.68	24.93	0.14	0.33	9.16	5.04	Ok
X4 sup	1.20	13.29	3.10	28.82	0.13	0.33	7.78	4.28	Ok
X4 inf	1.20	13.29	2.89	26.90	0.13	0.33	7.78	4.28	Ok
X5 sup	1.70	13.29	4.88	45.36	0.18	0.33	9.75	5.36	Ok
X5 inf	1.70	13.29	4.04	37.61	0.18	0.33	9.75	5.36	Ok
X6 sup	1.90	23.79	5.62	52.28	0.20	0.33	12.95	7.12	Ok
X6 inf	1.90	23.79	5.04	46.90	0.20	0.33	12.95	7.12	Ok
X7 sup	1.50	18.81	4.48	41.67	0.16	0.33	10.23	5.62	Ok
X7 inf	1.50	18.81	4.02	37.38	0.16	0.33	10.23	5.62	Ok
X8 sup	1.25	15.09	2.89	26.90	0.13	0.33	8.39	4.61	Ok
X8 inf	1.25	15.09	2.36	21.92	0.13	0.33	8.39	4.61	Ok
X9 sup	1.50	23.88	4.70	43.67	0.16	0.33	11.39	6.27	Ok
X9 inf	1.50	23.88	3.83	35.58	0.16	0.33	11.39	6.27	Ok
X10 sup	1.50	17.93	4.91	45.70	0.16	0.33	10.02	5.51	Ok
X10 inf	1.50	17.93	3.88	36.07	0.16	0.33	10.02	5.51	Ok

Elaborado por: Autor

Tabla 38*Control de fisuración Piso I Muros Y*

Muro	Longitud m	Pg ton	Ve ton	Me ton-m	α	α asumido	Vm ton	0.55Vm ton	Ve≤0.55Vm
Y1	1.95	19.37	2.19	20.35	0.21	0.33	12.13	6.67	Ok
Y2-1	3.53	40.62	5.79	53.85	0.38	0.38	25.32	13.92	Ok
Y2-2 sup	2.39	27.16	3.46	32.18	0.26	0.33	15.65	8.61	Ok
Y2-2 inf	2.39	27.16	3.46	32.18	0.26	0.33	15.65	8.61	Ok
Y2-3 sup	2.39	27.20	3.64	33.88	0.26	0.33	15.66	8.61	Ok
Y2-3 inf	2.39	27.20	3.64	33.88	0.26	0.33	15.66	8.61	Ok
Y3	1.77	28.42	2.63	24.42	0.19	0.33	13.50	7.42	Ok
Y4	4.58	46.23	9.99	92.87	0.49	0.49	37.52	20.64	Ok
Y5 sup	4.47	31.55	6.89	64.08	0.48	0.48	32.87	18.08	Ok
Y5 inf	4.47	31.55	6.89	64.08	0.48	0.48	32.87	18.08	Ok
Y6 sup	3.24	29.33	5.14	47.80	0.35	0.35	20.20	11.11	Ok
Y6 inf	3.24	29.33	5.14	47.80	0.35	0.35	20.20	11.11	Ok
Y7 sup	3.24	54.64	6.02	56.03	0.35	0.35	26.02	14.31	Ok
Y7 inf	3.24	54.64	6.02	56.03	0.35	0.35	26.02	14.31	Ok
Y8 sup	5.49	64.98	12.95	120.39	0.59	0.59	53.58	29.47	Ok
Y8 inf	5.49	64.98	12.95	120.39	0.59	0.59	53.58	29.47	Ok

Elaborado por: Autor

Se observa que los únicos muros que fallan son los X2-1, X2-2 y X2-3, pero debido a que la diferencia es muy pequeña se opta por mantener este espesor de muro. Adicional la norma recomienda que para edificaciones mayores a 3 pisos se debe poner refuerzo horizontal en todos los muros del primer nivel.

El control de agrietamiento diagonal se lo realiza únicamente en los pisos superiores, cumpliendo la siguiente condición:

$$V_{mi} \geq V_{ui}$$

De no cumplirse con esta condición quiere decir que el muro se agrieta y por ende sus confinamientos deben ser diseñados como el primer nivel.

Tabla 39*Agrietamiento diagonal Piso 2 Muros X*

Muro	Longitud	Pg	Ve	Me	α	α	Vm	Vm/Ve	Vu	Mu	
	m	ton	ton	ton-m		asumido	ton	asumido	ton	ton-m	
XI sup	2.05	14.91	6.86	42.52	0.33	0.33	11.49	2.00	13.71	85.03	No
XI inf	2.05	15.04	6.49	40.24	0.33	0.33	11.52	2.00	12.98	80.49	No
X2-1	2.16	10.38	7.05	43.70	0.35	0.35	11.36	2.00	14.10	87.40	No
X2-2	2.09	9.96	6.97	43.21	0.34	0.34	10.69	2.00	13.94	86.42	No
X2-3	2.20	11.99	7.05	43.70	0.35	0.35	12.06	2.00	14.10	87.40	No
X3 sup	1.29	12.64	2.86	17.71	0.21	0.33	7.98	3.00	8.57	53.13	No
X3 inf	1.29	17.47	2.67	16.53	0.21	0.33	9.09	3.00	8.00	49.59	Ok
X4 sup	1.20	9.63	3.08	19.11	0.19	0.33	6.94	2.49	7.68	47.59	No
X4 inf	1.20	9.73	2.88	17.83	0.19	0.33	6.96	2.68	7.71	47.77	No
X5 sup	1.70	9.95	4.85	30.07	0.27	0.33	8.98	2.01	9.74	60.38	No
X5 inf	1.70	10.01	4.02	24.94	0.27	0.33	8.99	2.43	9.76	60.49	No
X6 sup	1.90	17.37	5.59	34.66	0.31	0.33	11.47	2.31	12.92	80.09	No
X6 inf	1.90	17.41	5.02	31.10	0.31	0.33	11.48	2.58	12.93	80.17	No
X7 sup	1.50	13.83	4.46	27.62	0.24	0.33	9.08	2.29	10.20	63.23	No
X7 inf	1.50	13.85	4.00	24.79	0.24	0.33	9.09	2.55	10.20	63.26	No
X8 sup	1.25	10.96	2.88	17.83	0.20	0.33	7.44	2.89	8.31	51.55	No
X8 inf	1.25	11.04	2.34	14.54	0.20	0.33	7.46	3.00	7.03	43.61	Ok
X9 sup	1.50	17.05	4.67	28.95	0.24	0.33	9.82	2.42	11.32	70.19	No
X9 inf	1.50	17.15	3.81	23.59	0.24	0.33	9.84	2.98	11.35	70.36	No
X10 sup	1.50	13.32	4.75	29.45	0.24	0.33	8.96	2.10	9.99	61.91	No
X10 inf	1.50	12.78	3.75	23.25	0.24	0.33	8.84	2.62	9.82	60.88	No

Elaborado por: Autor

Tabla 40*Agrietamiento diagonal Piso 2 Muros Y*

Muro	Longitud	Pg	Ve	Me	α	α	Vm	Vm/Ve	Vu	Mu	
	m	ton	ton	ton-m		asumido	ton	asumido	ton	ton-m	
Y1	1.95	14.26	2.15	13.31	0.31	0.33	10.95	3.00	6.44	39.92	Ok
Y2-1	3.53	29.93	5.72	35.44	0.57	0.57	30.84	3.00	17.15	106.32	Ok
Y2-2 sup	2.39	19.70	3.43	21.25	0.39	0.39	15.51	3.00	10.28	63.75	Ok
Y2-2 inf	2.39	19.77	3.43	21.25	0.39	0.39	15.53	3.00	10.28	63.75	Ok
Y2-3 sup	2.39	19.54	3.62	22.44	0.39	0.39	15.48	3.00	10.86	67.31	Ok
Y2-3 inf	2.39	19.60	3.62	22.44	0.39	0.39	15.49	3.00	10.86	67.31	Ok
Y3	1.77	20.58	2.62	16.22	0.29	0.33	11.70	3.00	7.85	48.65	Ok
Y4	4.58	33.77	9.99	61.95	0.74	0.74	48.10	3.00	29.98	185.85	Ok
Y5 sup	4.47	23.79	6.76	41.91	0.72	0.72	43.89	3.00	20.28	125.74	Ok
Y5 inf	4.47	23.92	6.76	41.91	0.72	0.72	43.92	3.00	20.28	125.74	Ok
Y6 sup	3.24	21.86	5.07	31.46	0.52	0.52	25.21	3.00	15.22	94.39	Ok
Y6 inf	3.24	22.03	5.07	31.46	0.52	0.52	25.25	3.00	15.22	94.39	Ok
Y7 sup	3.24	39.91	6.00	37.21	0.52	0.52	29.36	3.00	18.00	111.63	Ok
Y7 inf	3.24	37.91	6.00	37.21	0.52	0.52	28.90	3.00	18.00	111.63	Ok
Y8 sup	5.49	47.57	12.89	79.95	0.89	0.89	68.89	3.00	38.68	239.84	Ok
Y8 inf	5.49	46.27	12.89	79.95	0.89	0.89	68.59	3.00	38.68	239.84	Ok

Elaborado por: Autor

Analizando los resultados del Piso, vemos que en el sentido X casi en su totalidad los muros no cumplen, entonces se tienen que diseñar igual que el Piso 1.

Tabla 41*Agrietamiento diagonal Piso 3 Muros X*

Muro	Longitud	Pg	Ve	Me	α	α	Vm	Vm/Ve	Vu	Mu	
	m	ton	ton	ton-m		asumido	ton	asumido	ton	ton-m	
XI sup	2.05	9.71	6.86	23.38	0.60	0.60	16.92	2.00	13.71	46.77	Ok
XI inf	2.05	9.79	6.49	22.13	0.60	0.60	16.94	2.00	12.98	44.27	Ok
X2-1	2.16	6.92	7.05	24.04	0.63	0.63	17.90	2.00	14.10	48.07	Ok
X2-2	2.09	6.63	6.97	23.76	0.61	0.61	16.80	2.00	13.94	47.53	Ok
X2-3	2.20	7.88	7.05	24.04	0.65	0.65	18.73	2.00	14.10	48.07	Ok
X3 sup	1.29	8.18	2.86	9.74	0.38	0.38	7.70	3.00	8.57	29.22	No
X3 inf	1.29	10.95	2.67	9.09	0.38	0.38	8.34	3.00	8.00	27.27	Ok
X4 sup	1.20	6.42	3.08	10.51	0.35	0.35	6.51	2.49	7.68	26.18	No
X4 inf	1.20	6.48	2.88	9.81	0.35	0.35	6.52	2.68	7.71	26.27	No
X5 sup	1.70	6.64	4.85	16.54	0.50	0.50	11.63	2.01	9.74	33.21	Ok
X5 inf	1.70	6.68	4.02	13.72	0.50	0.50	11.64	2.43	9.76	33.27	Ok
X6 sup	1.90	11.07	5.59	19.06	0.56	0.56	15.17	2.31	12.92	44.05	Ok
X6 inf	1.90	11.10	5.02	17.11	0.56	0.56	15.17	2.58	12.93	44.09	Ok
X7 sup	1.50	8.98	4.46	15.19	0.44	0.44	9.93	2.29	10.20	34.78	No
X7 inf	1.50	8.99	4.00	13.63	0.44	0.44	9.93	2.55	10.20	34.79	No
X8 sup	1.25	7.15	2.88	9.81	0.37	0.37	7.11	2.89	8.31	28.35	No
X8 inf	1.25	7.20	2.34	7.99	0.37	0.37	7.12	3.00	7.03	23.98	Ok
X9 sup	1.50	10.54	4.67	15.92	0.44	0.44	10.29	2.42	11.32	38.60	No
X9 inf	1.50	10.61	3.81	12.98	0.44	0.44	10.31	2.98	11.35	38.70	No
X10 sup	1.50	8.88	4.75	16.20	0.44	0.44	9.91	2.10	9.99	34.05	No
X10 inf	1.50	8.52	3.75	12.79	0.44	0.44	9.83	2.62	9.82	33.48	Ok

Elaborado por: Autor

Tabla 42*Agrietamiento diagonal Piso 3 Muros Y*

Muro	Longitud	Pg	Ve	Me	α	α	Vm	Vm/Ve	Vu	Mu	
	m	ton	ton	ton-m		asumido	ton	asumido	ton	ton-m	
Y1	1.95	9.09	2.15	7.32	0.57	0.57	15.38	3.00	6.44	21.96	Ok
Y2-1	3.53	19.05	5.72	19.49	1.04	1.00	46.46	3.00	17.15	58.48	Ok
Y2-2 sup	2.39	12.31	3.43	11.69	0.70	0.70	22.80	3.00	10.28	35.06	Ok
Y2-2 inf	2.39	12.34	3.43	11.69	0.70	0.70	22.81	3.00	10.28	35.06	Ok
Y2-3 sup	2.39	12.07	3.62	12.34	0.70	0.70	22.74	3.00	10.86	37.02	Ok
Y2-3 inf	2.39	12.10	3.62	12.34	0.70	0.70	22.75	3.00	10.86	37.02	Ok
Y3	1.77	13.36	2.62	8.92	0.52	0.52	14.03	3.00	7.85	26.76	Ok
Y4	4.58	21.68	9.99	34.07	1.34	1.00	59.58	3.00	29.98	102.22	Ok
Y5 sup	4.47	15.94	6.76	23.05	1.31	1.00	56.95	3.00	20.28	69.15	Ok
Y5 inf	4.47	16.03	6.76	23.05	1.31	1.00	56.97	3.00	20.28	69.15	Ok
Y6 sup	3.24	14.41	5.07	17.30	0.95	0.95	40.01	3.00	15.22	51.91	Ok
Y6 inf	3.24	14.53	5.07	17.30	0.95	0.95	40.04	3.00	15.22	51.91	Ok
Y7 sup	3.24	26.42	6.00	20.47	0.95	0.95	42.77	3.00	18.00	61.40	Ok
Y7 inf	3.24	25.08	6.00	20.47	0.95	0.95	42.47	3.00	18.00	61.40	Ok
Y8 sup	5.49	31.47	12.89	43.97	1.61	1.00	72.68	3.00	38.68	131.91	Ok
Y8 inf	5.49	30.60	12.89	43.97	1.61	1.00	72.48	3.00	38.68	131.91	Ok

Elaborado por: Autor

Al igual que el piso 2, los muros en el sentido X son los que no cumplen, por

lo que se tiene que diseñar igual que el piso 1.

Tabla 43*Agrietamiento diagonal Terraza Muros X*

Muro	Longitud	Pg	Ve	Me	α	α	Vm	Vm/Ve	Vu	Mu	
	m	ton	ton	ton-m		asumido	ton	asumido	ton	ton-m	
XI sup	2.05	4.50	6.86	8.50	1.65	1.00	25.47	2.00	13.71	17.01	Ok
XI inf	2.05	4.54	6.49	8.05	1.65	1.00	25.48	2.00	12.98	16.10	Ok
X2-1	2.16	3.45	7.05	8.74	1.74	1.00	26.54	2.00	14.10	17.48	Ok
X2-2	2.09	3.31	6.97	8.64	1.69	1.00	25.67	2.00	13.94	17.28	Ok
X2-3	2.20	3.76	7.05	8.74	1.77	1.00	27.09	2.00	14.10	17.48	Ok
X3 sup	1.29	3.72	2.86	3.54	1.04	1.00	16.23	3.00	8.57	10.63	Ok
X3 inf	1.29	4.43	2.67	3.31	1.04	1.00	16.40	3.00	8.00	9.92	Ok
X4 sup	1.20	3.20	3.08	3.82	0.97	0.97	14.58	2.49	7.68	9.52	Ok
X4 inf	1.20	3.23	2.88	3.57	0.97	0.97	14.59	2.68	7.71	9.55	Ok
X5 sup	1.70	3.33	4.85	6.01	1.37	1.00	21.03	2.01	9.74	12.08	Ok
X5 inf	1.70	3.35	4.02	4.99	1.37	1.00	21.04	2.43	9.76	12.10	Ok
X6 sup	1.90	4.78	5.59	6.93	1.53	1.00	23.75	2.31	12.92	16.02	Ok
X6 inf	1.90	4.79	5.02	6.22	1.53	1.00	23.75	2.58	12.93	16.03	Ok
X7 sup	1.50	4.12	4.46	5.52	1.21	1.00	18.83	2.29	10.20	12.65	Ok
X7 inf	1.50	4.13	4.00	4.96	1.21	1.00	18.83	2.55	10.20	12.65	Ok
X8 sup	1.25	3.34	2.88	3.57	1.01	1.00	15.67	2.89	8.31	10.31	Ok
X8 inf	1.25	3.37	2.34	2.91	1.01	1.00	15.68	3.00	7.03	8.72	Ok
X9 sup	1.50	4.03	4.67	5.79	1.21	1.00	18.81	2.42	11.32	14.04	Ok
X9 inf	1.50	4.07	3.81	4.72	1.21	1.00	18.82	2.98	11.35	14.07	Ok
X10 sup	1.50	4.44	4.75	5.89	1.21	1.00	18.90	2.10	9.99	12.38	Ok
X10 inf	1.50	4.26	3.75	4.65	1.21	1.00	18.86	2.62	9.82	12.18	Ok

Elaborado por: Autor

Tabla 44*Agrietamiento diagonal Terraza Muros Y*

Muro	Longitud	Pg	Ve	Me	α	α	Vm	Vm/Ve	Vu	Mu	
	m	ton	ton	ton-m		asumido	ton	asumido	ton	ton-m	
Y1	1.95	3.92	2.15	2.66	1.57	1.00	24.15	3.00	6.44	7.98	Ok
Y2-1	3.53	8.18	5.72	7.09	2.85	1.00	43.96	3.00	17.15	21.26	Ok
Y2-2 sup	2.39	4.92	3.43	4.25	1.93	1.00	29.62	3.00	10.28	12.75	Ok
Y2-2 inf	2.39	4.92	3.43	4.25	1.93	1.00	29.62	3.00	10.28	12.75	Ok
Y2-3 sup	2.39	4.60	3.62	4.49	1.93	1.00	29.55	3.00	10.86	13.46	Ok
Y2-3 inf	2.39	4.60	3.62	4.49	1.93	1.00	29.55	3.00	10.86	13.46	Ok
Y3	1.77	6.14	2.62	3.24	1.43	1.00	22.51	3.00	7.85	9.73	Ok
Y4	4.58	9.60	9.99	12.39	3.69	1.00	56.80	3.00	29.98	37.17	Ok
Y5 sup	4.47	8.09	6.76	8.38	3.60	1.00	55.15	3.00	20.28	25.15	Ok
Y5 inf	4.47	8.13	6.76	8.38	3.60	1.00	55.16	3.00	20.28	25.15	Ok
Y6 sup	3.24	6.96	5.07	6.29	2.61	1.00	40.22	3.00	15.22	18.88	Ok
Y6 inf	3.24	7.02	5.07	6.29	2.61	1.00	40.24	3.00	15.22	18.88	Ok
Y7 sup	3.24	12.93	6.00	7.44	2.61	1.00	41.60	3.00	18.00	22.33	Ok
Y7 inf	3.24	12.26	6.00	7.44	2.61	1.00	41.44	3.00	18.00	22.33	Ok
Y8 sup	5.49	15.36	12.89	15.99	4.43	1.00	68.98	3.00	38.68	47.97	Ok
Y8 inf	5.49	14.93	12.89	15.99	4.43	1.00	68.88	3.00	38.68	47.97	Ok

Elaborado por: Autor

En los muros de la terraza se puede realizar un diseño diferente al del piso 1.

3.5.6. Diseño muros agrietados por corte.

Para el diseño de los muros agrietados por corte se lo realizó para el Piso 1, debido a que el procedimiento es extenso, se muestra un cálculo típico en la hoja de Excel previamente programada, pero además se indica con detalle las fórmulas para el cálculo de los elementos de confinamiento de cada muro.

Al final se muestra una tabla resumen con todos los elementos diseñados, para posteriormente hacer una unificación de los elementos y para así no complicar el proceso constructivo con mucha variedad de secciones y armados de acero.

Recalcando nuevamente que la norma usada fue la E-0.70, en la cual reza que el diámetro mínimo de varilla a usar es de 3/8 de pulgada, lo que en nuestro país no es aceptado, razón por la cual se optó como diámetro mínimo 10mm.

Las secciones calculadas en este capítulo se tienen que acoplar a las vigas principales calculadas anteriormente, esto se verá claramente en los planos estructurales (Anexo 5).

Se empezó definiendo los datos necesarios para los cálculos, mismos que fueron detallados a lo largo de esta tesis.

Tabla 45

Datos para diseño por agrietamiento

Resistencia del hormigón	f'c=	210.00 ton/cm2
Resistencia característica del muro	v'm=	0.08 ton/cm2
Resistencia a compresión axial de albañilería	f'm=	81.58 kg/cm2
Altura entrepiso	h=	3.10 m
Espesor efectivo	t=	0.20 m
Recubrimiento del refuerzo	Rec=	2.00 cm
Fluencia del acero de refuerzo	fy=	4,200 kg/cm2
	ΦAs=	0.85
Coeficiente de fricción en junta rayada	u=	1.0

Elaborado por: Autor

También se identificó los parámetros calculados en el *Agrietamiento Diagonal* y en el *Esfuerzo Axial*.

Tabla 46

Parámetros para diseño por agrietamiento

Carga gravitacional máx. de servicio en el muro	Pm=	64.23 ton
Carga de gravedad acumulada	Pg=	63.67 ton
Cortante ante sismo moderado	Ve=	12.89 ton
Momento ante sismo moderado	Me=	119.92 ton-m
Resistencia al corte del muro	Vm=	53.28 ton
Cortante bajo sismo severo	Vu=	38.68 ton
Momento flector ante sismo severo	Mu=	359.75 ton-m
Longitud del muro	L=	5.49 m
Número de confinamientos verticales en el muro	Nc=	5.00

Elaborado por: Autor

A continuación, se muestra el diseño del muro Y3 como ejemplo.

Primero se diseña las columnas de confinamiento:

Tabla 47

Diseño de columnas de confinamiento

DISEÑO DE COLUMNAS DE CONFINAMIENTO				
Longitud del paño mayor o 1/2L (el mayor)	Lm=	0.89	m	
Espesor del núcleo confinado	tn=	0.16	m	
Momento en columnas	M=	52.27	ton-m	
Fuerzas axiales en columnas	F=	29.53	ton	
Cargas actuantes en columna (producido por pg)	Pc=	9.27	ton	
	Muros	1	2	3
Muro transversal	Muro T.	0.00	X3 inf	0.00
Carga del muro transversal	Pgt=	0.00	23.98	0.00
Longitud del muro transversal	Lt=	0.00	1.29	0.00
Columnas	Col.	C1	C2	C3
Carga contribuyente del muro transversal	Pt=	0.00	22.31	0.00
Carga gravitacional total en columna	Ptotal=	9.27	31.58	9.27
Tipo de columna	Tipo=	ext	int	ext
REFUERZO VERTICAL				
Tracción en columna	T=	20.26	-8.18	20.26
As vertical por tracción	Astraccion=	5.68	-2.29	5.68
Compresión en columna	C=	38.80	19.88	38.80
Cortante en columna	Vc=	2.50	1.67	2.50

As vertical por cortante	Ascortante=	0.70	0.47	0.70
Diseño del acero longitudinal	As total=	6.38	0.47	6.38
		Ø12	Ø10	Ø12
	Num. Var	6.00	4.00	6.00
	As=	6.79	3.14	6.79
Factor de confinamiento	δ=	0.80	1.00	0.80
Área del núcleo del concreto	An=	195.33	88.34	195.33
Área total de la columna de compresión	An1 (b=20cm)=	9.77	4.42	9.77
		20x10	20x5	20x10
Área de la columna por corte-fricción	Acf=	70.15	46.77	70.15
Sección de la columna por corte-fricción	Acf1(b=20cm)=	3.51	2.34	3.51
		20x4	20x3	20x4
Sección mínima de columna corte-fricción	Acfmin=	20x20	20x20	20x20
Sección de columna asumida	t=	20.00	20.00	20.00
Sección de columna asumida	h=	20.00	20.00	20.00
Área de concreto en columnas	Ac=	400.00	400.00	400.00
Verificación de área de acero vertical mínimo	Asmin=	2.00	2.00	2.00
Área neta de concreto (sin recubrimientos)	An=	256.00	256.00	256.00
Verificación de área de concreto	Ac>Acf	Ok	Ok	Ok
Acero vertical a usar	Asv	6.79	3.14	6.79
Verificación para rediseño de As	As>Asmin	Ok	Ok	Ok
		Ø12	Ø10	Ø12
	Num. Var	6.00	4.00	6.00
	As=	6.79	3.14	6.79
ESTRIBOS DE CONFINAMIENTO				
Área de la varilla de estribo	Av=2Ø10mm	1.57	1.57	1.57
Espesor del núcleo confinado	tn=	16.00	16.00	16.00
Peralte efectivo de la columna	d=	16.00	16.00	16.00
	s1=	11.64	11.64	11.64
Espaciamiento de estribos en columnas de confinamiento	s2=	16.36	16.36	16.36
	s3=	5.00	5.00	5.00
	s4=	10.00	10.00	10.00
Altura mínima a estribar 45cm 1.5d	Zona c=	45.00	45.00	45.00
Distribución de estribos		1Ø10@5cm y @10cm		

Elaborado por: Autor

$$tn = t - rec = 20 - 2 * 2 = 16cm \quad (Ec.24)$$

$$M = \frac{Mu}{Vm * h/2} = \frac{72.97}{13.36 * 3.10/2} = 52.27ton - m \quad (Ec.25)$$

$$F = \frac{M}{L} = \frac{52.27}{1.77} = 29.53ton \quad (Ec.26)$$

$$Pc = \frac{Pg}{Nc} = \frac{27.80}{3} = 9.27ton \quad (Ec.27)$$

Columna C2

$$Pt = 6 \frac{et * Pgt}{Lt} = 6 \frac{0.20 * 23.98}{1.29} = 22.31ton \quad (Ec.28)$$

$$Pt = 0.25 * Pgt = 0.25 * 23.98 = 6.00ton \quad (Ec.29)$$

$$\boxed{Pt = 22.31ton}$$

$$Ptotal = Pc + Pt = 9.27 + 22.31 = 31.58ton$$

C2 columna interna

$$T = Vm \frac{h}{L} - Ptotal = 13.36 \frac{3.10}{1.77} - 31.58 = -8.18ton \text{ (no trabaja a tracción)} \quad (Ec.30)$$

$$Astraccion = \frac{T}{Fy * \phi} \text{ (no requiere acero por tracción)} \quad (Ec.31)$$

$$C = Ptotal - \frac{Vm * h}{2L} = 31.58 - \frac{13.36 * 3.10}{2 * 1.77} = 19.88ton \quad (Ec.32)$$

$$Vc = \frac{Vm * Lm}{L(Nc + 1)} = \frac{13.36 * 0.89}{1.77(3 + 1)} = 1.67ton \quad (Ec.33)$$

$$Ascortante = \frac{Vc}{Fy * u * \phi} = \frac{1.67 * 1000}{4200 * 1 * 0.85} = 0.47cm^2 \quad (Ec.34)$$

$$Astotal = Astraccion + Ascortante = 0 + 0.47 = 0.47cm^2$$

$$As = 3.14cm^2 (4\phi 10mm)$$

$$A_n = A_s + \frac{\frac{C}{\phi} - A_s * f_y}{0.85 * \delta * f'_c} = 3.14 + \frac{\frac{19.88 * 1000}{0.70} - 3.14 * 4200}{0.85 * 1 * 210} = 88.34 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec.35})$$

$$\phi = 0.70 \text{ para estribos}$$

$$\delta = 0.8 \text{ para columnas sin muros transversales}$$

$$\delta = 1.0 \text{ para columnas con muros transversales}$$

$$A_{n1} = A_n / b = 88.34 / 20 = 4.42 \text{ cm} \quad (b = 20 \text{ cm debido al ancho del muro})$$

$$\text{Sección por compresión} = 20 \times 4.42 \text{ cm} \approx 20 \times 5 \text{ cm}$$

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 * f'_c * \phi} = \frac{1.67 * 1000}{0.2 * 210 * 0.85} = 46.77 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec.36})$$

$$A_{cf1} = \frac{A_{cf}}{20} = \frac{46.77}{20} = 2.34 \text{ cm} \quad (b = 20 \text{ cm debido al ancho del muro})$$

$$\text{Sección por corte-fricción} = 20 \times 2.34 \text{ cm} \approx 20 \times 3 \text{ cm}$$

$$\text{Sección mínima} = 20 \times 20 \text{ cm} \quad (\text{la propuesta al comienzo del diseño del edificio})$$

$$\text{Sección asumida} = 20 \times 20 \text{ cm} \quad (\text{las mayores dimensiones})$$

$$A_c = 20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{0.1 * f'_c * A_c}{f_y} = \frac{0.1 * 210 * 400}{4200} = 2.00 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec.37})$$

$$s_1 = \frac{A_v * f_y}{0.3 * f'_c * (\frac{A_c}{A_n} - 1)} = \frac{1.57 * 4200}{0.3 * 210 * (\frac{400}{256} - 1)} = 11.64 \text{ cm} \quad (\text{Ec.38})$$

$$s_2 = \frac{A_v * f_y}{0.12 * t_n * f'_c} = \frac{1.57 * 4200}{0.12 * 16 * 210} = 16.36 \text{ cm} \quad (\text{Ec.39})$$

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5 \text{ cm} = \frac{16}{4} = 4 \text{ cm} \rightarrow s_3 = 5 \text{ cm} \quad (\text{Ec.40})$$

$$s_4 = 10 \text{ cm} \quad (\text{Ec.41})$$

Concluyendo el diseño la columna C2 del muro Y3 tiene una sección de 20x20cm con estribos 1Ø10@5cm en 45 cm en el extremo superior e inferior de la columna y estribos de 1Ø10@10cm en la parte central.

Se continua con el diseño de la viga de confinamiento.

Tabla 48

Diseño de viga de confinamiento

DISEÑO VIGA DE CONFINAMIENTO			
Esfuerzo de tracción en la viga solera	Ts=	3.34	ton
Sección de la viga solera	BxH=	20x20	cm2
Área de la sección de la viga solera	A solera=	400.00	cm2
Área de acero longitudinal requerida	As=	0.88	cm2
Área de acero mínimo	As min=	2.00	cm2
	As=	2.00	cm2
Área de acero longitudinal final	As a usar=	Ø10	
		3.14	cm2
Distribución de estribos (mínimo)	Ø10mm	1est@5cm, 4est@10cm, resto @25cm	

Elaborado por: Autor

$$Ts = Vm \frac{Lm}{2L} = 13.36 \frac{0.89}{2 * 1.77} = 3.34 ton \quad (Ec.42)$$

$$As = \frac{Ts}{\phi * fy} = \frac{3.34}{0.9 * 4200} = 0.88 cm2 \quad (Ec.43)$$

$$Asmin = \frac{0.1 * f'c * Asolera}{fy} = \frac{0.1 * 210 * 400}{4200} = 2.00 cm2 \quad (Ec.44)$$

La separación de estribos esta normado por ello no se calculó.

Concluyendo la viga de confinamiento tiene una sección de 20x20cm con acero de 4Ø10mm y estribos 1Ø10@5cm, 4Ø10@10cm, resto 1Ø10@25cm.

Tabla 49

Diseño de elementos de confinamiento

DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO								
Muro	COLUMNA CONFINAMIENTO						VIGA SOLERA	
	C1		C2		C3			
	Sección cm	As cm2	Sección cm	As cm2	Sección cm	As cm2	Sección	As
							cm	cm2
X1	20x20	8Ø14mm	20x20	6Ø14mm			20x20	4Ø10mm
X2-1	20x25	8Ø14mm	20x25	8Ø14mm			20x25	4Ø10mm
X2-2	20x25	8Ø14mm	20x25	8Ø14mm			20x25	4Ø10mm
X2-3	20x25	6Ø14mm	20x25	6Ø14mm			20x25	4Ø10mm
X3	20x20	8Ø14mm	20x20	8Ø14mm			20x20	4Ø10mm
X4	20x20	8Ø14mm	20x20	6Ø14mm			20x20	4Ø10mm
X5	20x20	6Ø14mm	20x20	8Ø14mm			20x20	4Ø10mm
X6	20x20	6Ø14mm	20x20	8Ø14mm			20x20	4Ø10mm
X7	20x20	8Ø14mm	25x30	6Ø14mm			20x20	4Ø10mm
X8	20x20	6Ø14mm	20x20	8Ø14mm			20x20	4Ø10mm
X9	25x30	4Ø16mm+4Ø14mm	25x30	6Ø14mm			20x25	4Ø10mm
X10	25x30	8Ø14mm	25x25	6Ø14mm			20x20	4Ø10mm
Y1	20x20	4Ø12mm	20x20	4Ø12mm			20x20	4Ø10mm
Y2-1	20x20	4Ø12mm	25x20	4Ø10mm	20x20	4Ø12mm	20x20	4Ø10mm
Y2-2	20x20	6Ø12mm	25x20	4Ø12mm	20x20	4Ø12mm	20x20	4Ø10mm
Y2-3	20x20	6Ø12mm	25x20	4Ø10mm	20x20	6Ø12mm	20x20	4Ø10mm

Y3	20x20	6Ø12mm	25x20	4Ø10mm	20x20	6Ø12mm	20x20	4Ø10mm
Y4	20x20	6Ø14mm	25x20	4Ø12mm	20x20	6Ø14mm	20x20	4Ø10mm
Y5	20x20	4Ø12mm	20x20	4Ø12mm	20x20	6Ø14mm	20x20	4Ø10mm
Y6	20x20	4Ø12mm	20x20	4Ø12mm	20x20	4Ø12mm	20x20	4Ø10mm
Y7	25x30	4Ø12mm	20x20	4Ø12mm	25x30	4Ø12mm	20x25	4Ø10mm
Y8	25x25	6Ø14mm	25x25*	4Ø14mm	25x25	8Ø14mm	20x25	4Ø12mm

* para las tres columnas internas

Nota. La separación de los estribos en todas las columnas de confinamiento es 1Ø10@5cm en los 45cm de los extremos superior e inferior y @10cm en el resto de la columna

La separación de los estribos en todas las vigas de confinamiento es 1est@5cm, 4est@10cm, resto @25cm

Elaborado por: Autor

3.6. Derivas y desplazamientos

Las derivas de piso se deben controlar a través de unos valores permisibles que se encuentran en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, que se muestran en la siguiente tabla.

Figura 58

Límites de deriva de piso

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Fuente: (NEC_SE_MP, 2015)

La norma también recomienda que las derivas de piso se las calcule a través de la siguiente ecuación (NEC_SE_DS, 2015, pág. 69).

Tabla 50*Control de derivas y desplazamientos*

Sismo Estático X								
Piso	Diafragma de piso	Caso	Desplazamiento X m	Altura cm	Deriva elástica	R	Deriva inelástica	D<1%
Story4	D1	SX	0.0071	310	0.05%	3	0.12%	OK
Story3	D1	SX	0.0055	310	0.06%	3	0.15%	OK
Story2	D1	SX	0.0035	310	0.07%	3	0.15%	OK
Story1	D1	SX	0.0014	310	0.05%	3	0.10%	OK
Sismo Estático Y								
Piso	Diafragma de piso	Caso	Desplazamiento Y m	Altura cm	Deriva elástica	R	Deriva inelástica	D<1%
Story4	D1	SY	0.0036	310	0.03%	3	0.07%	OK
Story3	D1	SY	0.0027	310	0.03%	3	0.08%	OK
Story2	D1	SY	0.0017	310	0.03%	3	0.07%	OK
Story1	D1	SY	0.0007	310	0.02%	3	0.05%	OK
Sismo Dinámico X								
Piso	Diafragma de piso	Caso	Desplazamiento X m	Altura cm	Deriva elástica	R	Deriva inelástica	D<1%
Story4	D1	DX	0.0072	310	0.05%	3	0.12%	OK
Story3	D1	DX	0.0056	310	0.07%	3	0.15%	OK
Story2	D1	DX	0.0035	310	0.07%	3	0.15%	OK
Story1	D1	DX	0.0014	310	0.05%	3	0.10%	OK
Sismo Dinámico Y								
Piso	Diafragma de piso	Caso	Desplazamiento Y m	Altura cm	Deriva elástica	R	Deriva inelástica	D<1%
Story4	D1	DY	0.0037	310	0.03%	3	0.07%	OK
Story3	D1	DY	0.0028	310	0.03%	3	0.08%	OK
Story2	D1	DY	0.0017	310	0.03%	3	0.07%	OK
Story1	D1	DY	0.0007	310	0.02%	3	0.05%	OK

Elaborado por: Autor

$$\Delta M = 0.75 * R * \Delta E \quad (\text{Ec.45})$$

Donde:

ΔM Deriva máxima inelástica

ΔE Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

R Factor de reducción de resistencia

Las derivas de piso deben ser menores o iguales a la máxima permisible.

$$\Delta M \leq \Delta M \text{ máxima} \therefore \text{cumple}$$

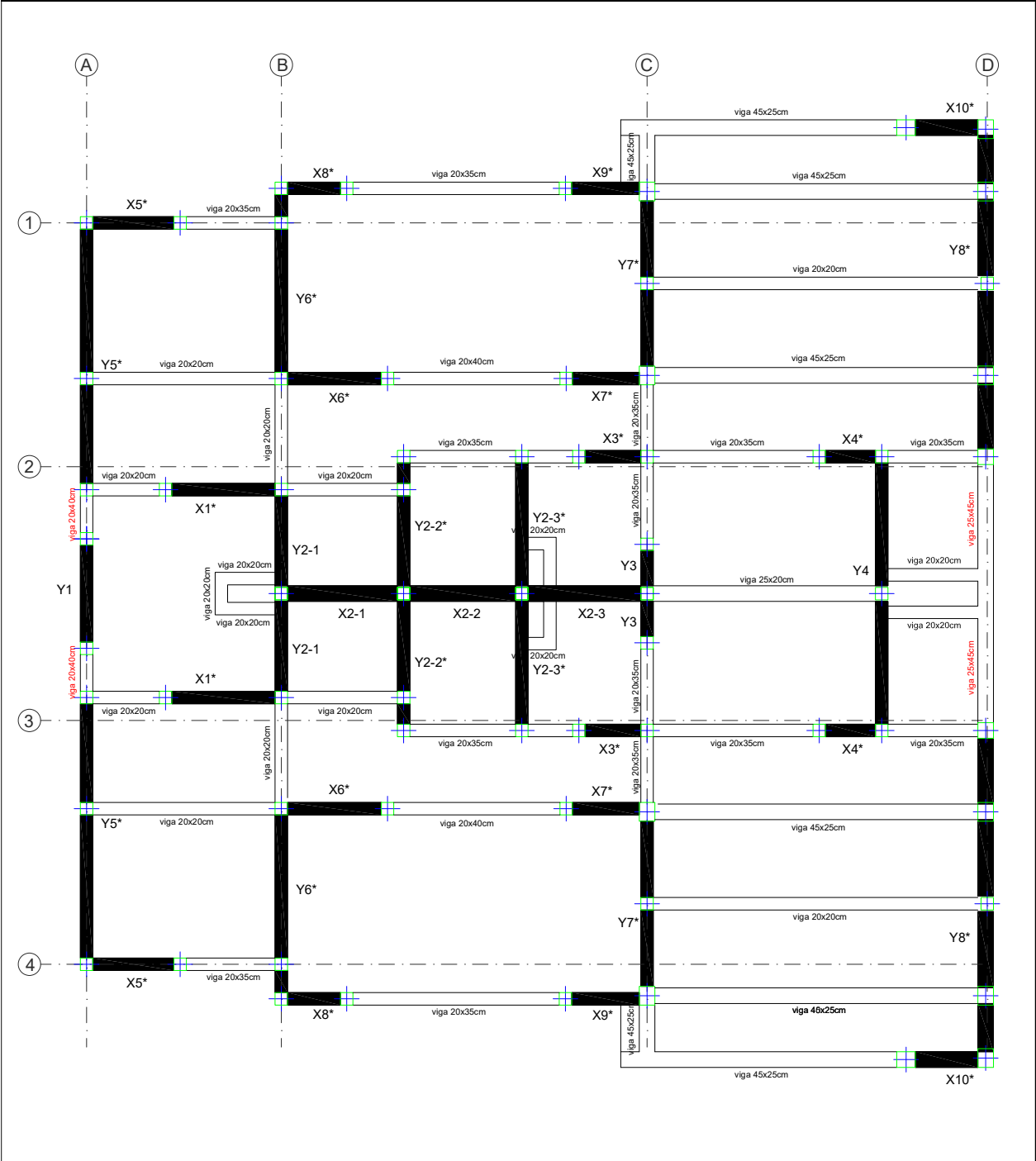
Como se puede observar en la *tabla 49*, se cumple las derivas en los sentidos X e Y, así como en los sismos estáticos y dinámicos como recomienda la NEC 2015 (NEC_SE_DS, 2015, pág. 40).

Antes de pasar al diseño de la cimentación se debe aclarar que el diseño final tuvo variaciones que no fueron sustanciales, pero que si requirieron una verificación de todo el procedimiento anteriormente expuesto en esta tesis.

- Los muros X2-1, X2-2 y X2-3 fueron cambiados a un espesor de 25cm. debido al control de fisuración.
- Las columnas en los muros Y-8 y X-10 tienen una sección mayor debido al análisis por flexión.
- Las vigas de 20x35cm fueron reducidas el peralte a 20x30cm ya que al ensanchar los muros X2-1, X2-2 y X2-3 produjo rotación en el modal 2, por lo que se optó por reducir el peralte de estas vigas para reducir la rigidez y así se produzca la traslación esperada.

Figura 59

Diseño final de la estructura



Elaborado por: Autor

3.7. Diseño de cimentación

Se partió de la premisa de que, la configuración de zapatas corridas no fue una opción viable debido a la complicación en las excavaciones y también a la cantidad de muros a cimentar, por lo que se optó en una losa de cimentación.

Para el análisis de cimentaciones exportar las cargas provenientes de peso propio (D), sobrecarga, peso vivo (L), sismo estático en X (SX) y sismo dinámico transformado (DX, DY). del programa ETABS al programa SAFE.

No se importó las combinaciones ya que van a ser creadas en el SAFE. A continuación, se describe la obtención del sismo dinámico transformado.

Tabla 51

Sismo dinámico transformado

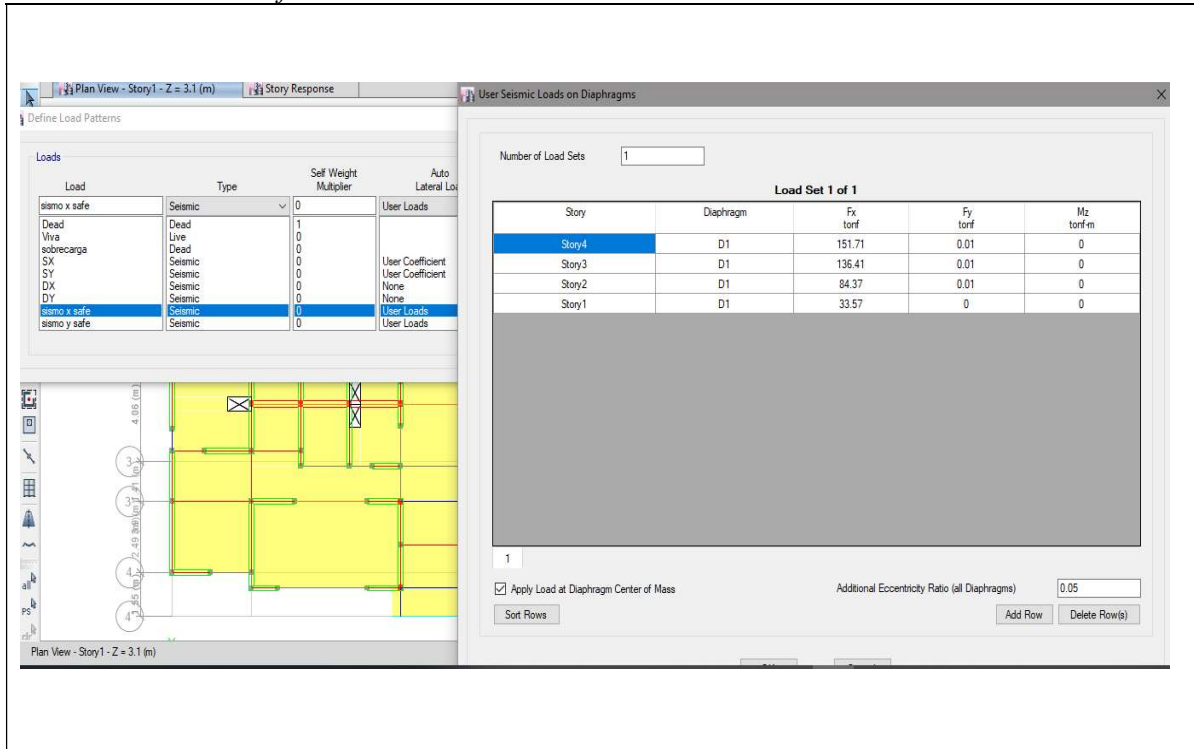
TABLE: Story Forces										
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	Dinámico Transformado	
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	F-X	F-Y
Dinámico en X (DX)										
Story4	DX Max	Bottom	0	151.71	0.01	1531.98	0.03	390.85	151.71	0.01
Story3	DX Max	Bottom	0	288.12	0.02	2909.44	0.10	1226.29	136.41	0.01
Story2	DX Max	Bottom	0	372.49	0.03	3761.46	0.19	2340.75	84.37	0.01
Story1	DX Max	Bottom	0	406.06	0.03	4100.47	0.29	3578.85	33.57	0.00
Dinámico en Y (DY)										
Story4	DY Max	Bottom	0	0.01	151.34	1201.07	390.67	0.03	0.01	151.34
Story3	DY Max	Bottom	0	0.02	284.80	2251.79	1219.26	0.10	0.01	133.46
Story2	DY Max	Bottom	0	0.03	365.84	2883.41	2314.57	0.20	0.01	81.04
Story1	DY Max	Bottom	0	0.04	399.06	3141.13	3530.33	0.30	0.00	33.22

Elaborado por: Autor

Los valores encontrados del sismo dinámico transformado se los ingresa en el ETABS y se corre nuevamente el diseño.

Figura 60

Sismo dinámico transformado ETABS

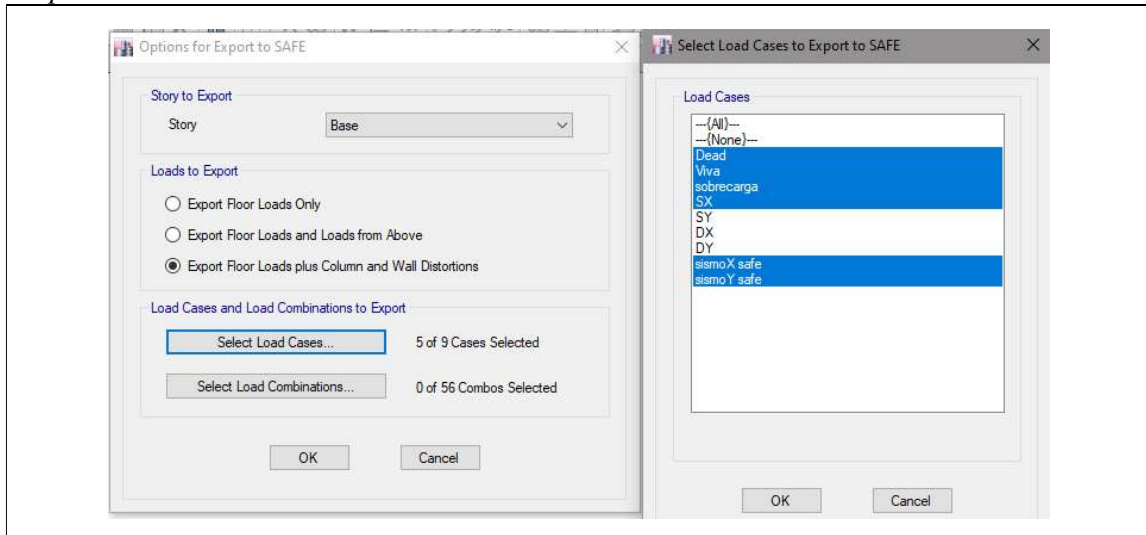


Elaborado por: Autor

El motivo de transformar el sismo dinámico es para evitar que se importen los modales del ETABS al SAFE.

Figura 61

Exportación al SAFE

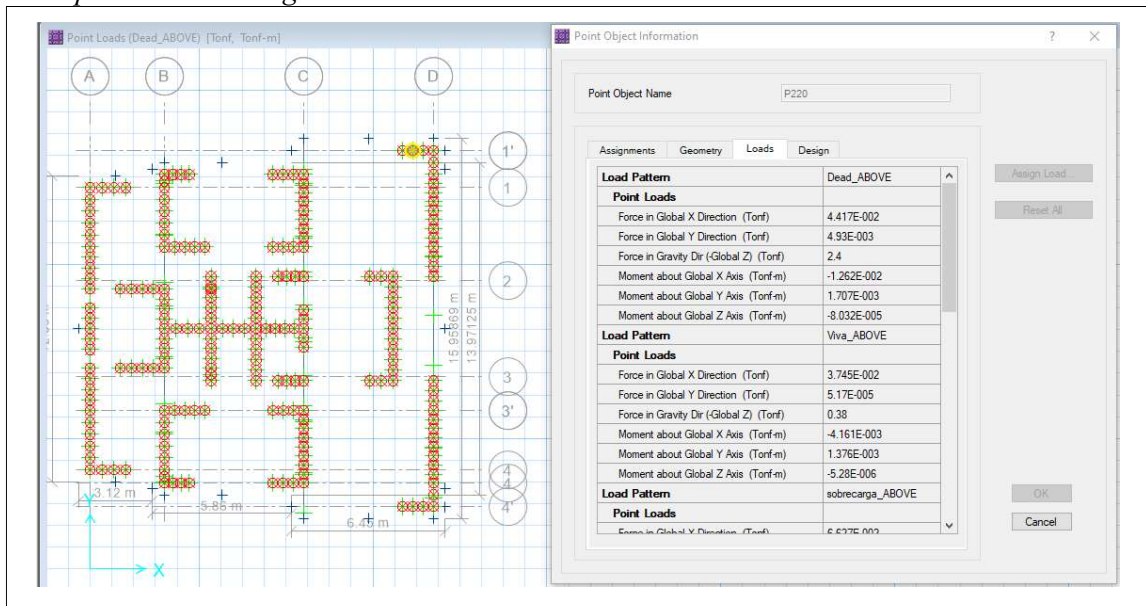


Elaborado por: Autor

Una vez realizada la importación al programa SAFE lo primero que se verifica son las cargas.

Figura 62

Comprobación de cargas



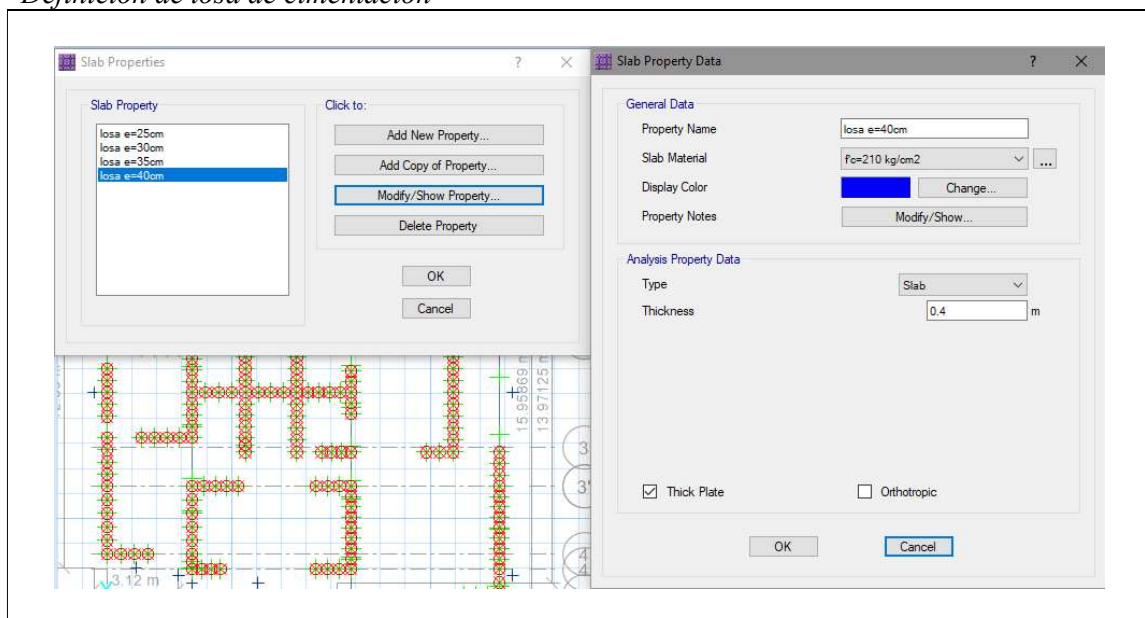
Elaborado por: Autor

Se definió los materiales tal como en el ETABS y además se estableció secciones de losa de cimentación y vigas de cimentación. Tomando en consideración la fórmula empírica, del número de pisos por diez centímetros es la equivalencia al espesor de losa de cimentación por lo que se tendría una losa de espesor de 40cm.

En el diseño se definió una losa final de 35cm con vigas de 30x70cm y 50x90cm.

Figura 63

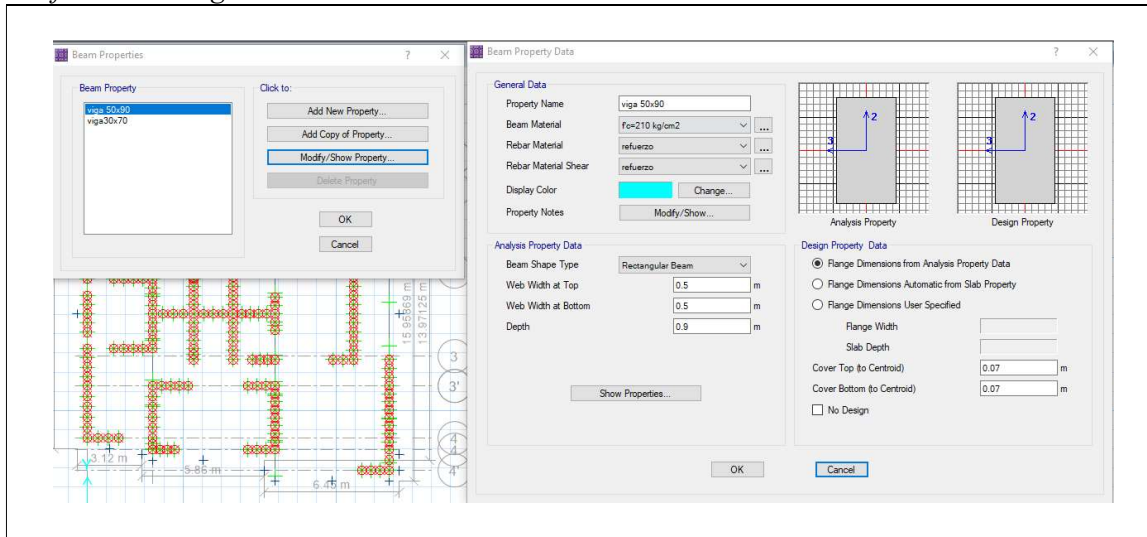
Definición de losa de cimentación



Elaborado por: Autor

Figura 64

Definición de vigas de cimentación

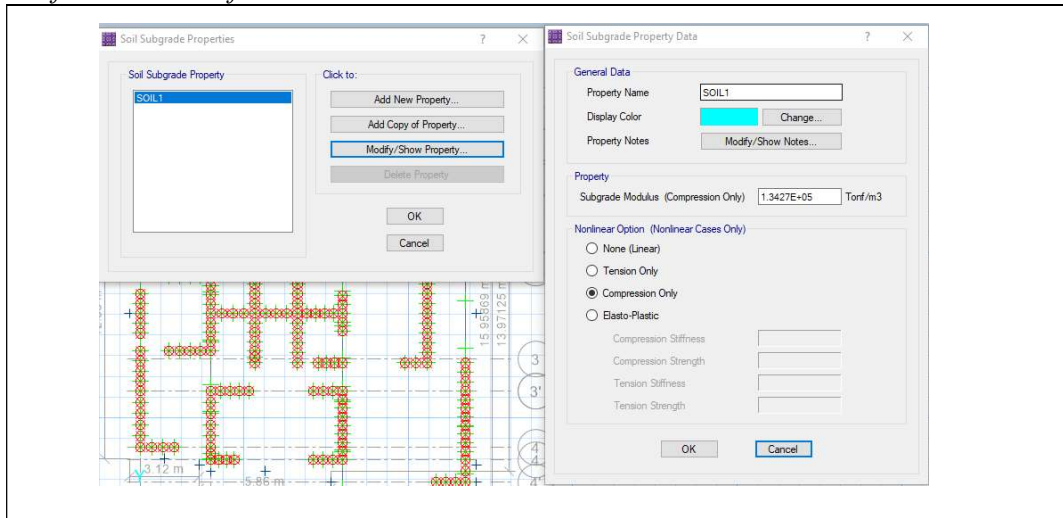


Elaborado por: Autor

Ahora se define el coeficiente de Balasto para el tipo de suelo a cimentar. Aquí se debe aclarar que el estudio de suelos del proyecto (Anexo 2) indica que el coeficiente es para una cimentación a mínimo 60cm de profundidad, pero la cimentación propuesta está a 35cm de profundidad, lo que se justifica debido a que en los planos topográficos se muestra una excavación en la parte baja del edificio de un metro de profundidad, que es más de lo que recomienda en el estudio de suelos.

Figura 65

Definición de coeficiente de Balasto

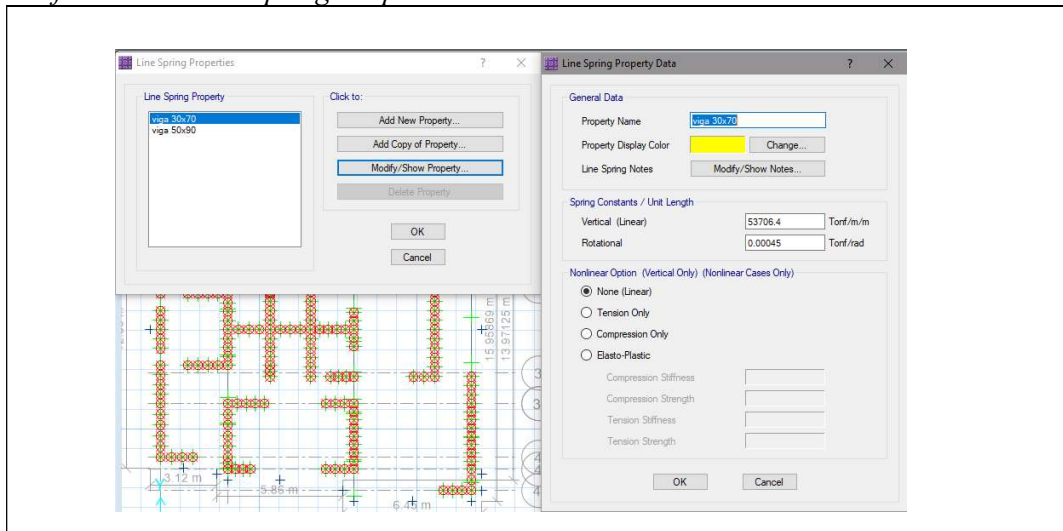


Elaborado por: Autor

De la misma manera definimos dos “*Line Spring Properties*” para las vigas de cimentación. El cual se calcula multiplicando la base de viga en contacto con el suelo por el coeficiente de Balasto.

Figura 66

Definición de Line Spring Properties



Elaborado por: Autor

Entonces para el análisis y diseño de la cimentación se creó los siguientes combos de carga:

Tabla 52

Combinaciones de carga para análisis y diseño cimentación

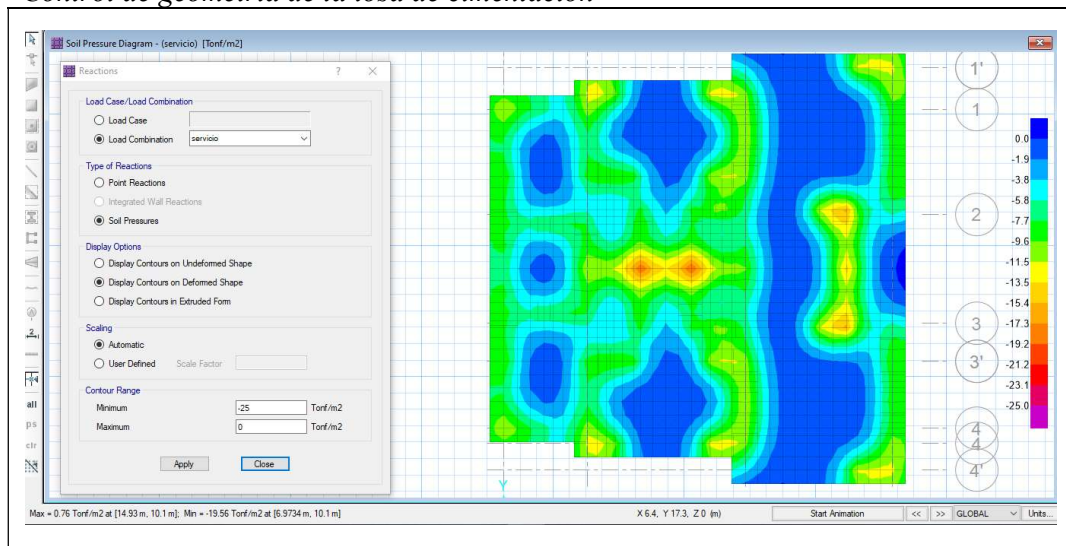
combo de servicio	1.0D+1.0S+1.0L
combo2	1.0D+1.0S+1.0L+1.0SX
combo3	1.0D+1.0S+1.0L-1.0SX
combo4	1.0D+1.0S+1.0L+1.0DX
combo5	1.0D+1.0S+1.0L-1.0DX
combo6	1.0D+1.0S+1.0L+1.0DY
combo7	1.0D+1.0S+1.0L-1.0DY
combo de diseño	1.2D+1.2S+1.6L

Elaborado por: Autor

Con el “combo de servicio” se procede a verificar las dimensiones en planta de la losa de cimentación. La capacidad admisible del suelo $q_a=25 \text{ ton/m}^2$

Figura 67

Control de geometría de la losa de cimentación

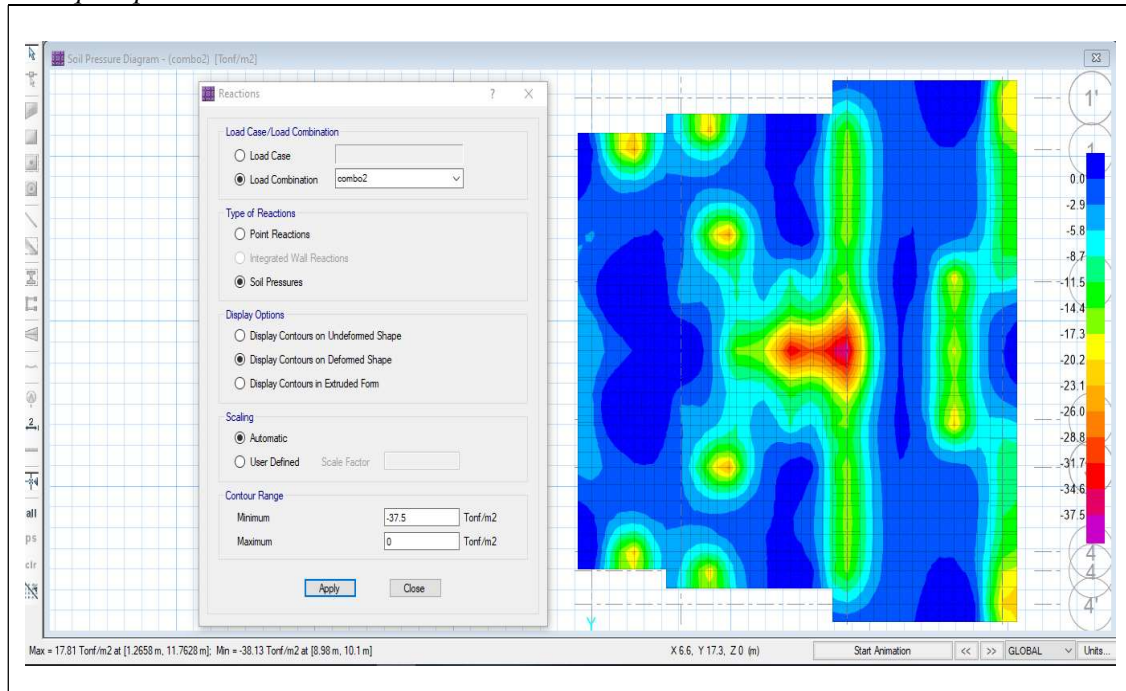


Elaborado por: Autor

La losa de cimentación cubre el requerimiento de no sobrepasar el 25 ton/m^2 con un ensanchamiento de 50cm a todo el contorno de la planta, con un valor max de 19.56 ton/m^2 .

Figura 69

Chequeo por sismo



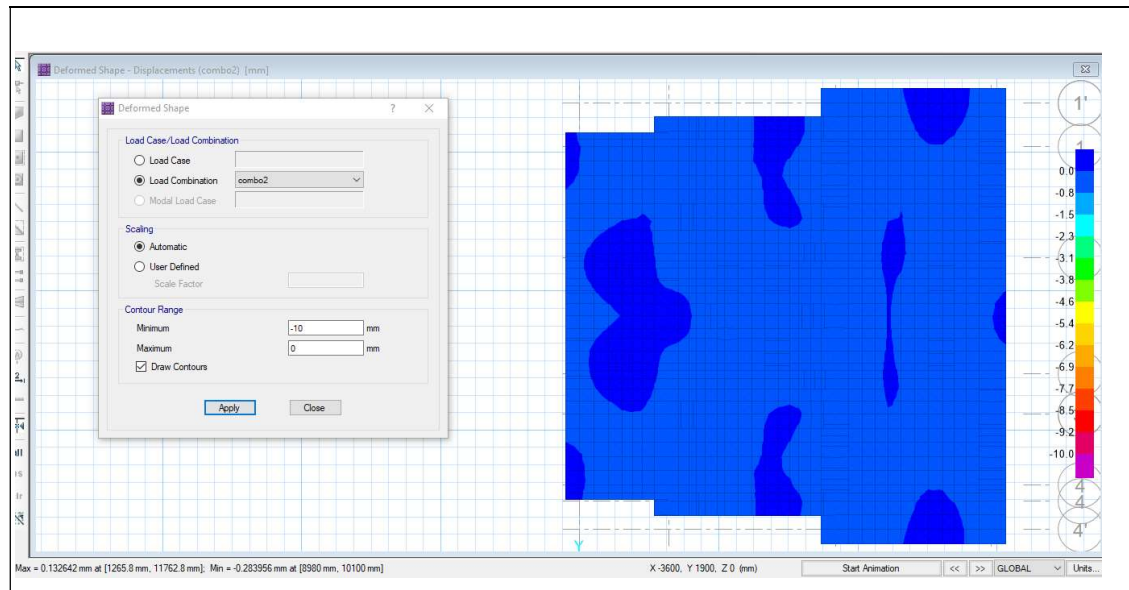
Elaborado por: Autor

Como vemos en el caso más desfavorable (combo 2) se tiene un valor máximo de 38.13 ton/m² que supera por muy poco al admisible, razón por la cual se continuó con el diseño. Para que la losa cumpla con el requerimiento de sismo se tuvo que adjuntar tres vigas de cimentación en las zonas críticas.

Continuamos con el control de los asentamientos que para nuestro caso es de 10mm el máximo permitido por el estudio de suelos.

Figura 70

Control de asentamientos



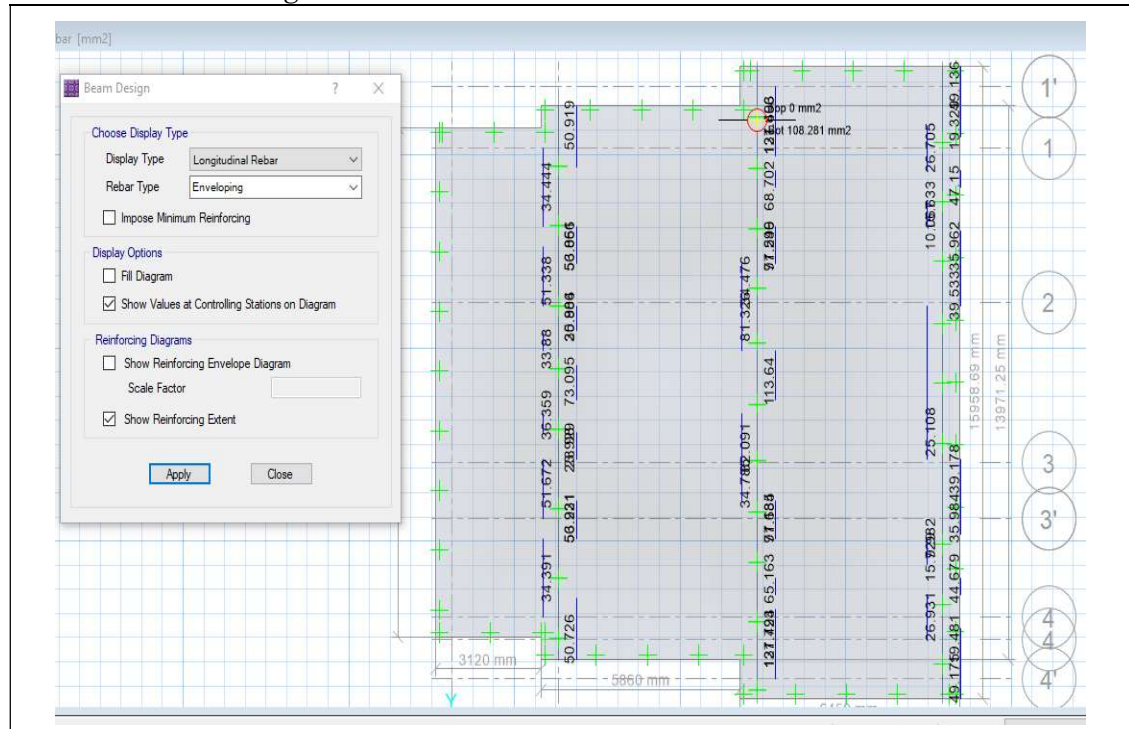
Elaborado por: Autor

Como se pudo observar en ninguno de los casos los asentamientos no superan al 1mm.

Una vez comprobado todos los parámetros podemos continuar con el diseño de los aceros de refuerzo.

Figura 71

Diseño de acero en vigas de cimentación



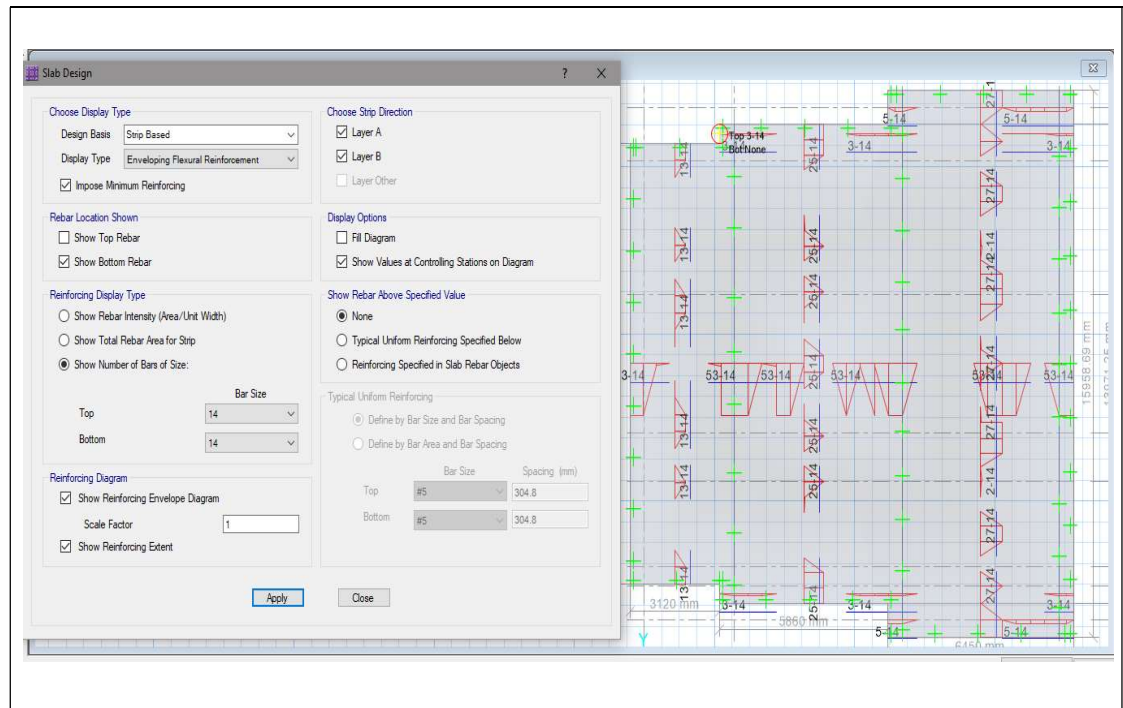
Elaborado por: Autor

De la misma manera se diseña los aceros de refuerzo en la losa de cimentación.

No hay que olvidar crear los STRIPS en las dos direcciones para poder obtener el diseño de los aceros.

Figura 72

Diseño de acero en losa de cimentación



Elaborado por: Autor

Con esto se daría por terminado el diseño estructural de la edificación.

CAPÍTULO IV

PRESUPUESTO

Como parte complementaria al diseño del edificio D5 del conjunto PEDREGAL DE CHUROLOMA, se realizó una comparación de costos hasta obra gris, tanto de la opción original propuesta por la empresa constructora y la de mampostería confinada, con el fin de establecer la viabilidad económica de la opción propuesta en esta tesis.

Todos los aspectos técnicos fueron tratados en el capítulo 3, con lo que se pudo garantizar el diseño de la estructura, cumpliendo con los requerimientos tanto de la NEC 2015 como la norma peruana E-0.70.

En este capítulo se trata únicamente de la parte económica de los dos sistemas estructurales propuestos para el edificio D5. Los costos de los diferentes rubros y materiales fueron tomados de la CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO.

4.1. Análisis de precios unitarios

Como se mencionó anteriormente se analizó los costos de las opciones de estructura tanto de mampostería confinada, así como de estructura mixta.

4.1.1. Análisis de Precios Unitarios Mampostería Confinada

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
				Hoja:	1
				Código:	01.01
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO:	Replanteo y nivelación con equipo topográfico			UNIDAD:	m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	0.500	0.45	0.23
			SUBTOTAL:		
			0.23		
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Topógrafo 2: título exper. mayor a 5 años (Estr.Oc.C1)	0.14	31.47	8.00	0.55
2	Cadenero	0.14	28.40	8.00	0.50
			SUBTOTAL:		
			1.05		
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Equipo de topografía	0.14	26.70	8.00	0.47
2	Herramienta menor	0.14	2.52	8.00	0.04
			SUBTOTAL:		
			0.51		
RESUMEN					
MATERIALES		A			0.23
MANO DE OBRA		B			1.05
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.51
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	1.78
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	1.78
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	1.78

CONSTRUCCIONES CIVILES						
					Hoja:	2
					Código:	02.01
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Excavación H=3 A 4 m a máquina (Excavadora)					UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
				</		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja:	6
					Código:	03.02
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón premezclado en losa y vigas de cimentación f'c= 210 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo)					UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Hormigón premezclado f'c= 210 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	84.00	84.00	
				SUBTOTAL:	84.00	
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	6.00	28.05	22.00	7.65	
2	Albañil	8.00	28.40	22.00	10.33	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	22.00	1.43	
				SUBTOTAL:	19.41	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	2.00	2.52	22.00	0.23	
2	Vibrador	4.00	34.00	22.00	6.18	
				SUBTOTAL:	6.41	
RESUMEN						
MATERIALES		A			84.00	
MANO DE OBRA		B			19.41	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			6.41	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	109.82	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	109.82	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	109.82	

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 8 Código: 03.04 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO:	Mampostería estructural bloque e=25cm con f'm=8 Mpa, mortero M20				UNIDAD: m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Mortero M20	m3	0.035	90.50	3.17
2	Bloque de 25x20x40 cm	u	13.200	0.59	7.79
			SUBTOTAL:		10.96
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	0.70	28.05	8.00	2.45
2	Albañil	0.70	28.40	8.00	2.48
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.50	31.47	8.00	1.97
			SUBTOTAL:		6.91
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.50	2.52	8.00	0.16
2	Andamios metálicos (módulo)	4.00	0.28	8.00	0.14
			SUBTOTAL:		0.30
RESUMEN					
MATERIALES		A			10.96
MANO DE OBRA		B			6.91
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.30
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	18.16
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	18.16
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	18.16

CONSTRUCCIONES CIVILES					
					Hoja: 9 Código: 03.05 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: Hormigón simple en columnas de confinamiento 20x20cm, f'c= 210 kg/cm2. Incluye encofrado					UNIDAD: m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 (materiales + aditivo plastificante)	m3	1.000	79.71	79.71
2	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	3.000	0.33	0.99
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.020	42.49	0.85
4	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.030	42.96	1.29
5	Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	3.000	0.99	2.96
6	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	6.000	0.45	2.70
			SUBTOTAL:		88.49
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	6.00	28.05	10.00	16.83
2	Albañil	4.00	28.40	10.00	11.36
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	10.00	3.15
			SUBTOTAL:		31.34
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	9.00	2.52	10.00	2.27
2	Concretera eléctrica a gasolina	1.00	24.11	10.00	2.41
3	Parihuelas	4.00	1.50	10.00	0.60
4	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	1.00	18.75	10.00	1.88
			SUBTOTAL:		7.15
RESUMEN					
MATERIALES		A			88.49
MANO DE OBRA		B			31.34
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			7.15
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	126.98
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	126.98
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	126.98

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 10 Código: 03.06 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO: Hormigón simple en columnas de confinamiento 20x25cm, f'c= 210 kg/cm2. Incluye encofrado					UNIDAD: m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 (materiales + aditivo plastificante)	m3	1.000	79.71	79.71
2	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	5.000	0.33	1.64
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.024	42.49	1.02
4	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.035	42.96	1.50
5	Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	3.000	0.99	2.96
6	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	6.000	0.45	2.70
			SUBTOTAL:		89.53
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	6.00	28.05	9.00	18.70
2	Albañil	4.00	28.40	9.00	12.62
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	9.00	3.50
			SUBTOTAL:		34.82
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	9.00	2.52	9.00	2.52
2	Concretera eléctrica a gasolina	1.00	24.11	9.00	2.68
3	Parihuelas	4.00	1.50	9.00	0.67
4	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	1.00	18.75	9.00	2.08
			SUBTOTAL:		7.95
RESUMEN					
MATERIALES		A			89.53
MANO DE OBRA		B			34.82
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			7.95
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	132.29
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	132.29
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	132.29

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja:	11
					Código:	03.07
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón simple en columnas de confinamiento 25x30cm, f'c= 210 kg/cm2. Incluye encofrado					UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 (materiales + aditivo plastificante)	m3	1.000	79.71	79.71	
2	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	6.000	0.33	1.97	
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.028	42.49	1.19	
4	Alambre Galv. 1.25mm(#18) peso kg 20.00	rollo	0.040	42.96	1.72	
5	Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	3.000	0.99	2.96	
6	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	6.500	0.45	2.93	
				SUBTOTAL:		90.47
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	6.00	28.05	8.00	21.04	
2	Albañil	4.00	28.40	8.00	14.20	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	8.00	3.93	
				SUBTOTAL:		39.17
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	9.00	2.52	8.00	2.84	
2	Concretera eléctrica a gasolina	1.00	24.11	8.00	3.01	
3	Parihuelas	4.00	1.50	8.00	0.75	
4	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	1.00	18.75	8.00	2.34	
				SUBTOTAL:		8.94
RESUMEN						
MATERIALES		A			90.47	
MANO DE OBRA		B			39.17	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			8.94	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	138.58	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	138.58	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	138.58	

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 12 Código: 03.08 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO: Hormigón simple en vigas de refuerzo 20x20cm, f'c= 210 kg/cm2. Incluye encofrado					UNIDAD: m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 (materiales + aditivo plastificante)	m3	1.000	79.71	79.71
2	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	2.000	0.33	0.66
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.020	42.49	0.85
4	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.030	42.96	1.29
5	Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	2.000	0.99	1.97
6	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	4.000	0.45	1.80
			SUBTOTAL:		86.27
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	6.00	28.05	10.00	16.83
2	Albañil	4.00	28.40	10.00	11.36
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	10.00	3.15
			SUBTOTAL:		31.34
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	9.00	2.52	10.00	2.27
2	Concretera eléctrica a gasolina	1.00	24.11	10.00	2.41
3	Parihuelas	4.00	1.50	10.00	0.60
4	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	1.00	18.75	10.00	1.88
			SUBTOTAL:		7.15
RESUMEN					
MATERIALES		A			86.27
MANO DE OBRA		B			31.34
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			7.15
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	124.76
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	124.76
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	124.76

CONSTRUCCIONES CIVILES					
				Hoja:	13
				Código:	03.09
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón simple en vigas de refuerzo 20x25cm, f'c= 210 kg/cm2. Incluye encofrado				UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 (materiales + aditivo plastificante)	m3	1.000	79.71	79.71
2	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	2.000	0.33	0.66
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.022	42.49	0.93
4	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.033	42.96	1.42
5	Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	2.000	0.99	1.97
6	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	4.000	0.45	1.80
			SUBTOTAL:		86.49
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	6.00	28.05	9.50	17.72
2	Albañil	4.00	28.40	9.50	11.96
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	9.50	3.31
			SUBTOTAL:		32.98
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	9.00	2.52	9.50	2.39
2	Concretera eléctrica a gasolina	1.00	24.11	9.50	2.54
3	Parihuelas	4.00	1.50	9.50	0.63
4	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	1.00	18.75	9.50	1.97
			SUBTOTAL:		7.53
RESUMEN					
MATERIALES		A			86.49
MANO DE OBRA		B			32.98
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			7.53
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	127.00
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	127.00
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	127.00

CONSTRUCCIONES CIVILES					
					<div>Hoja: 14</div> <div>Código: 03.10</div> <div>Cálculo: José Espín</div> <div>Fecha: 1/9/2020</div>
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<div>RUBRO: Hormigón premezclado en vigas 20x20cm f'c= 210 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo)</div>					<div>UNIDAD: m3</div>
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón premezclado f'c= 210 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	84.00	84.00
			SUBTOTAL:		84.00
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	4.00	28.05	10.00	11.22
2	Albañil	3.00	28.40	10.00	8.52
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	10.00	3.15
			SUBTOTAL:		22.89
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	2.00	2.52	10.00	0.50
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	2.00	18.75	10.00	3.75
			SUBTOTAL:		4.25
RESUMEN					
MATERIALES		A			84.00
MANO DE OBRA		B			22.89
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			4.25
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	111.14
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	111.14
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	111.14

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja:	15
					Código:	03.11
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón premezclado en vigas 20x25cm f'c= 210 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo)					UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Hormigón premezclado f'c= 210 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	84.00	84.00	
				SUBTOTAL:	84.00	
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	5.00	28.05	9.00	15.58	
2	Albañil	4.00	28.40	9.00	12.62	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	9.00	3.50	
				SUBTOTAL:	31.70	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	3.00	2.52	9.00	0.84	
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	2.00	18.75	9.00	4.17	
				SUBTOTAL:	5.01	
RESUMEN						
MATERIALES		A			84.00	
MANO DE OBRA		B			31.70	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			5.01	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	120.71	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	120.71	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	120.71	

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES						
					Hoja:	17
					Código:	03.13
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón premezclado en vigas 25x45cm f'c= 210 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)					UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Hormigón premezclado f'c= 210 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	84.00	84.00	
2	Modulo de encofrado 1.22x0.20 (6 usos)	u	10.000	0.81	8.13	
3	Modulo de encofrado 1.22x0.45 (6 usos)	u	10.000	1.45	14.51	
4	Alfajia de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	25.000	3.00	75.00	
5	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.081	42.49	3.44	
6	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.030	42.96	1.29	
7	Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	8.000	0.99	7.88	
				SUBTOTAL:		194.25
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	8.00	28.05	8.00	28.05	
2	Albañil	5.00	28.40	8.00	17.75	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	8.00	3.93	
4	Carpintero	4.00	28.40	8.00	14.20	
5	Ayudante carpintería	2.00	28.05	8.00	7.01	
				SUBTOTAL:		70.94
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	4.00	2.52	8.00	1.26	
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	2.00	18.75	8.00	4.69	
				SUBTOTAL:		5.95
RESUMEN						
MATERIALES		A			194.25	
MANO DE OBRA		B			70.94	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			5.95	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	271.14	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	271.14	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	271.14	

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja:	18
					Código:	03.14
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón premezclado en losa de 20cm, f'c= 210 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo)					UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Hormigón premezclado f'c= 210 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	84.00	84.00	
				</		

CONSTRUCCIONES CIVILES					
					Hoja: 19 Código: 03.15 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: Encofrado y desencofrado de Losas de 20cm (equipo alquilado 15 días)					UNIDAD: m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	0.400	0.99	0.39
2	Alfája de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	1.000	3.00	3.00
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.010	42.49	0.42
4	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.008	42.96	0.34
5	Separol Ecológico, Desmoldante para hormigón (10 kg)	caneca	0.002	18.55	0.04
			SUBTOTAL:		4.20
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Carpintero	6.00	28.40	60.00	2.84
2	Ayudante carpintería	4.00	28.05	60.00	1.87
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	60.00	0.52
			SUBTOTAL:		5.23
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	2.00	2.52	60.00	0.08
2	Alquiler tablero de madera para encofrado 1,20 X 0,60 m	22.00	0.02	60.00	0.01
3	Cruceta metálica 3 m	5.00	0.02	60.00	0.00
4	Cruceta metálica 1,20 m	5.00	0.02	60.00	0.00
5	Distanciadores	5.00	0.02	60.00	0.00
6	Vigueta metálica 3 m	6.50	0.04	60.00	0.00
7	Puntal metálico 3 m.	7.00	0.04	60.00	0.00
			SUBTOTAL:		0.11
RESUMEN					
MATERIALES		A			4.20
MANO DE OBRA		B			5.23
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.11
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	9.54
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	9.54
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	9.54

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja:	23
					Código:	04.01
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Masillado de piso e=1 cm (Mortero 1:3)					UNIDAD:	m2
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Mortero 1:3 / cemento : arena (materiales)	m3	0.030	90.50	2.72	
				SUBTOTAL:	2.72	
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	2.00	28.05	80.00	0.70	
2	Albañil	4.00	28.40	80.00	1.42	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.50	31.47	80.00	0.20	
				SUBTOTAL:	2.32	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	7.00	2.52	80.00	0.22	
				SUBTOTAL:	0.22	
RESUMEN						
MATERIALES		A			2.72	
MANO DE OBRA		B			2.32	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.22	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	5.25	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	5.25	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	5.25	

CONSTRUCCIONES CIVILES					
				Hoja:	24
				Código:	04.02
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Mampostería de bloque e=12 cm Mortero 1:6				UNIDAD:	m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Mortero 1:6 / cemento : arena (materiales)	m3	0.020	63.12	1.26
2	Bloque de 10x20x40 cm	u	13.200	0.39	5.15
			SUBTOTAL:		6.41
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	0.70	28.05	8.00	2.45
2	Albañil	0.70	28.40	8.00	2.48
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.25	31.47	8.00	0.98
			SUBTOTAL:		5.92
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	1.00	2.52	8.00	0.32
2	Andamios metálicos (módulo)	4.00	0.28	8.00	0.14
			SUBTOTAL:		0.46
RESUMEN					
MATERIALES		A			6.41
MANO DE OBRA		B			5.92
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.46
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D	A+B+C		12.79
COSTOS INDIRECTOS		E	0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F	D+E		12.79
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/. 12.79	

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja:	26
					Código:	04.04
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Alfeizar para mampostería no estructural					UNIDAD:	ml
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Hormigón simple $f_c=180$ kg/cm2 (materiales)	m3	0.020	71.59	1.43	
2	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	0.700	0.99	0.69	
3	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	1.000	0.45	0.45	
4	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.002	42.49	0.08	
5	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.010	42.96	0.43	
6	Pingos de eucalipto 4 a 7 m x (10.12 o 14 cm de diámetro)	m	1.000	1.09	1.09	
7	Acero de Refuerzo	Kg	3.200	1.80	5.78	
				SUBTOTAL:		9.95
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	0.50	28.05	8.00	1.75	
2	Albañil	0.50	28.40	8.00	1.77	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.25	31.47	8.00	0.98	
				SUBTOTAL:		4.51
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	0.35	2.52	8.00	0.11	
2	Concretera eléctrica a gasolina	0.02	24.11	8.00	0.06	
3	Parihuelas	0.10	1.50	8.00	0.02	
				SUBTOTAL:		0.19
RESUMEN						
MATERIALES		A			9.95	
MANO DE OBRA		B			4.51	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.19	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	14.65	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	14.65	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	14.65	

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 27 Código: 04.05 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO:	Enlucido vertical exterior, mortero 1:4, E=1.5cm, con impermeabilizante				UNIDAD: m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Mortero 1:4 / cemento : arena (materiales)	m3	0.028	81.72	2.29
2	Impermax (Impermeabilizante integral para mortero)	caneca 20 kg	0.019	22.28	0.41
3	Agua	m3	0.050	1.85	0.09
			SUBTOTAL:		2.80
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	1.00	28.05	12.00	2.34
2	Albañil	1.00	28.40	12.00	2.37
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.25	31.47	12.00	0.66
			SUBTOTAL:		5.36
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.60	2.52	12.00	0.13
2	Andamios metálicos (módulo)	4.00	0.28	12.00	0.09
			SUBTOTAL:		0.22
RESUMEN					
MATERIALES		A			2.80
MANO DE OBRA		B			5.36
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.22
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D	A+B+C		8.37
COSTOS INDIRECTOS		E	0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F	D+E		8.37
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	8.37

CONSTRUCCIONES CIVILES					
					Hoja: 28 Código: 04.06 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: Enlucido vertical interior, paletado fino, mortero 1:4, E=1.5cm					UNIDAD: m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Mortero 1:4 / cemento : arena (materiales)	m3	0.025	81.72	2.04
2	Agua	m3	0.030	1.85	0.06
				SUBTOTAL:	2.10
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	0.80	28.05	12.00	1.87
2	Albañil	0.90	28.40	12.00	2.13
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.15	31.47	12.00	0.39
				SUBTOTAL:	4.39
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.70	2.52	12.00	0.15
2	Andamios metálicos (módulo)	4.00	0.28	12.00	0.09
				SUBTOTAL:	0.24
RESUMEN					
MATERIALES		A			2.10
MANO DE OBRA		B			4.39
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.24
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	6.73
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	6.73
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA					
				S/.	6.73

[illegible]

[illegible]

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	Aux. 2
				Código:	A.2
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Mortero M20				UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Cemento Selva Alegre	saco	10.300	7.34	75.60
2	Arena fina	m3	1.040	13.75	14.30
3	Agua	m3	0.324	1.85	0.60
			SUBTOTAL:		90.50
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:		0.00
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:		0.00
RESUMEN					
MATERIALES		A			90.50
MANO DE OBRA		B			0.00
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.00
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D	A+B+C		90.50
COSTOS INDIRECTOS		E	0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F	D+E		90.50
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	90.50

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: Aux. 3 Código: A.3 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO:	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 (materiales + aditivo plastificante)				UNIDAD: m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Cemento Selva Alegre	saco	7.210	7.34	52.92
2	Arena fina	m3	0.650	13.75	8.94
3	Ripio	m3	0.950	13.75	13.06
4	Agua	m3	0.240	1.85	0.44
5	SikaCem Plastificante, Plastificante productor de resistencias, (10 kg)	caneca	0.180	24.11	4.34
			SUBTOTAL: 79.71		
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL: 0.00		
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL: 0.00		
RESUMEN					
MATERIALES		A			79.71
MANO DE OBRA		B			0.00
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.00
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	79.71
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	79.71
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				\$/	79.71

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: Aux. 4 Código: A.4 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO: Modulo de encofrado 1.22x0.20 (6 usos)					UNIDAD: u
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Tablero triplex corriente 1.22X2.44X15C	u	0.082	37.55	3.08
2	Alfaja de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	0.204	3.00	0.61
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.001	42.49	0.04
4	Separol Ecológico, Desmoldante para hormigón (10 kg)	caneca	0.002	18.55	0.04
				SUBTOTAL:	3.77
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Carpintero	0.15	28.40	8.00	0.53
2	Ayudante carpintería	0.15	28.05	8.00	0.53
				SUBTOTAL:	1.06
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.15	2.52	8.00	0.05
				SUBTOTAL:	0.05
RESUMEN					
MATERIALES		A			3.77
MANO DE OBRA		B			1.06
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.05
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	4.88
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	4.88
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	4.88

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: Aux. 5 Código: A.5 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020	
RUBRO: Modulo de encofrado 1.22x0.30 (6 usos)					UNIDAD: u	
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Tablero triplex corriente 1.22X2.44X15C	u	0.123	37.55	4.62	
2	Alfaja de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	0.204	3.00	0.61	
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.001	42.49	0.04	
4	Separol Ecológico, Desmoldante para hormigón (10 kg)	caneca	0.002	18.55	0.04	
			SUBTOTAL:		5.31	
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Carpintero	0.15	28.40	8.00	0.53	
2	Ayudante carpintería	0.15	28.05	8.00	0.53	
			SUBTOTAL:		1.06	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	0.15	2.52	8.00	0.05	
			SUBTOTAL:		0.05	
RESUMEN						
MATERIALES		A			5.31	
MANO DE OBRA		B			1.06	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.05	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	6.42	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	6.42	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	6.42	

CONSTRUCCIONES CIVILES					
				Hoja:	Aux. 6
				Código:	A.6
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Modulo de encofrado 1.22x0.45 (6 usos)				UNIDAD:	u
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Tablero triplex corriente 1.22X2.44X15C	u	0.184	37.55	6.91
2	Alfáija de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	0.204	3.00	0.61
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.001	42.49	0.04
4	Separol Ecológico, Desmoldante para hormigón (10 kg)	caneca	0.002	18.55	0.04
			SUBTOTAL:		7.60
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Carpintero	0.15	28.40	8.00	0.53
2	Ayudante carpintería	0.15	28.05	8.00	0.53
			SUBTOTAL:		1.06
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.15	2.52	8.00	0.05
			SUBTOTAL:		0.05
RESUMEN					
MATERIALES		A			7.60
MANO DE OBRA		B			1.06
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.05
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D	A+B+C		8.71
COSTOS INDIRECTOS		E	0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F	D+E		8.71
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	8.71

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	Aux. 7
				Código:	A.7
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Mortero 1:3 / cemento : arena (materiales)				UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Cemento Selva Alegre	saco	10.300	7.34	75.60
2	Arena fina	m3	1.040	13.75	14.30
3	Agua	m3	0.324	1.85	0.60
			SUBTOTAL:		90.50
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:		0.00
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:		0.00
RESUMEN					
MATERIALES		A			90.50
MANO DE OBRA		B			0.00
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.00
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D	A+B+C		90.50
COSTOS INDIRECTOS		E	0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F	D+E		90.50
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA			S/.		90.50

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: Aux. 9 Código: A.9 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO:	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2 (materiales)				UNIDAD: m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Cemento Selva Alegre	saco	6.695	7.34	49.14
2	Arena fina	m3	0.650	13.75	8.94
3	Ripio	m3	0.950	13.75	13.06
4	Agua	m3	0.240	1.85	0.44
			SUBTOTAL: 71.59		
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL: 0.00		
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL: 0.00		
RESUMEN					
MATERIALES		A			71.59
MANO DE OBRA		B			0.00
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.00
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	71.59
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	71.59
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				\$/	71.59

[illegible]

4.1.2. Análisis de Precios Unitarios Estructura Mixta

CONSTRUCCIONES CIVILES					
				Hoja:	1
				Código:	01.01
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO:	Replanteo y nivelación con equipo topográfico			UNIDAD:	m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	0.500	0.45	0.23
			SUBTOTAL:	0.23	
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Topógrafo 2: título exper. mayor a 5 años (Estr.Oc.C1)	0.14	31.47	8.00	0.55
2	Cadenero	0.14	28.40	8.00	0.50
			SUBTOTAL:	1.05	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Equipo de topografía	0.14	26.70	8.00	0.47
2	Herramienta menor	0.14	2.52	8.00	0.04
			SUBTOTAL:	0.51	
RESUMEN					
MATERIALES		A			0.23
MANO DE OBRA		B			1.05
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.51
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	1.78
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	1.78
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	1.78

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	3
				Código:	02.02
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Desalojo a maquina con equipo: cargadora frontal y volqueta (sin esponjamiento)				UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
			SUBTOTAL:	0.00	
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	CHOFER: Volquetas (Estr. Oc. C1)	1.00	41.20	100.00	0.41
			SUBTOTAL:	0.41	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Volqueta 8 m³	1.00	220.00	100.00	2.20
2	Retroexcavadora (Incluye operador y combustible)	1.00	320.00	100.00	3.20
			SUBTOTAL:	5.40	
RESUMEN					
MATERIALES		A			0.00
MANO DE OBRA		B			0.41
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			5.40
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	5.81
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	5.81
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	5.81

<i>CONSTRUCCIONES CIVILES</i>					
				Hoja:	4
				Código:	02.03
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Excavación a mano de plintos			UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
			SUBTOTAL:	0.00	
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	2.00	28.05	9.00	6.23
2	Albañil	1.00	28.40	9.00	3.16
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	31.47	9.00	0.35
			SUBTOTAL:	9.74	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	2.00	2.52	9.00	0.56
			SUBTOTAL:	0.56	
RESUMEN					
MATERIALES		A			0.00
MANO DE OBRA		B			9.74
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.56
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	10.30
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	10.30
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA					
				S/. 	10.30

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 5 Código: 02.04 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO: Relleno compactado suelo natural					UNIDAD: m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Agua	m3	0.300	1.85	0.56
			SUBTOTAL:		0.56
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	2.00	28.05	8.00	7.01
2	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	31.47	8.00	0.39
			SUBTOTAL:		7.41
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.50	2.52	8.00	0.16
2	Plancha compactadora a combustible	0.10	33.93	8.00	0.42
			SUBTOTAL:		0.58
RESUMEN					
MATERIALES		A			0.56
MANO DE OBRA		B			7.41
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.58
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	8.54
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	8.54
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	8.54

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	6
				Código:	03.01
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón simple replantillo f'c= 140 kg/cm2. Equipo: Concretera 1 saco				UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón simple f'c=140 kg/cm2	m3	1.000	67.81	67.81
			SUBTOTAL:		67.81
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	7.00	28.05	8.00	24.55
2	Albañil	3.00	28.40	8.00	10.65
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	31.47	8.00	0.39
			SUBTOTAL:		35.59
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	3.50	2.52	8.00	1.10
2	Concretera eléctrica a gasolina	1.00	24.11	8.00	3.01
3	Parihuelas	4.00	1.50	8.00	0.75
			SUBTOTAL:		4.87
RESUMEN					
MATERIALES		A			67.81
MANO DE OBRA		B			35.59
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			4.87
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	108.26
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	108.26
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	108.26

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	7
				Código:	03.02
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO:	Hormigón premezclado en plintos f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo)			UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón premezclado f'c= 240 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	90.00	90.00
			SUBTOTAL:		90.00
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	6.00	28.05	22.00	7.65
2	Albañil	8.00	28.40	22.00	10.33
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	22.00	1.43
			SUBTOTAL:		19.41
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	2.00	2.52	22.00	0.23
2	Vibrador	4.00	34.00	22.00	6.18
			SUBTOTAL:		6.41
RESUMEN					
MATERIALES		A			90.00
MANO DE OBRA		B			19.41
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			6.41
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	115.82
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	115.82
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	115.82

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	8
				Código:	03.03
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO:	Hormigón ciclopeo en cadenas 60% hormigón simple + 40% piedra			UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón simple $f_c=210$ kg/cm2 (materiales + aditivo plastificante)	m3	0.600	79.71	47.82
2	Piedra bola	m3	0.450	9.82	4.42
			SUBTOTAL:		52.24
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	4.00	28.05	6.00	18.70
2	Albañil	2.00	28.40	6.00	9.47
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	6.00	5.24
			SUBTOTAL:		33.41
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	3.00	2.52	6.00	1.26
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	1.00	18.75	6.00	3.13
3	Concretera eléctrica a gasolina	1.00	24.11	7.00	3.44
4	Parihuelas	4.00	1.50	8.00	0.75
			SUBTOTAL:		8.58
RESUMEN					
MATERIALES		A			52.24
MANO DE OBRA		B			33.41
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			8.58
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	94.23
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	94.23
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	94.23

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 9 Código: 03.04 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO: Hormigón premezclado en cadenas 0.20x0.30 f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)					UNIDAD: m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón premezclado f'c= 240 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	90.00	90.00
2	Modulo de encofrado 1.22x0.30 (6 usos)	u	14.000	1.07	14.97
3	Alfaja de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	7.200	3.00	21.60
4	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.063	42.49	2.69
5	Estacas 4 X 4 X 40 cm.	u	18.500	0.42	7.73
			SUBTOTAL:		136.98
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	6.00	28.05	22.00	7.65
2	Albañil	5.00	28.40	22.00	6.45
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	22.00	1.43
4	Ayudante carpintería	4.00	28.05	22.00	5.10
5	Carpintero	2.00	28.40	22.00	2.58
			SUBTOTAL:		23.22
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	8.00	2.52	22.00	0.92
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	4.00	18.75	22.00	3.41
			SUBTOTAL:		4.33
RESUMEN					
MATERIALES		A			136.98
MANO DE OBRA		B			23.22
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			4.33
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	164.52
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	164.52
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	164.52

CONSTRUCCIONES CIVILES					
				Hoja:	10
				Código:	03.05
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	m3
RUBRO:	Hormigón premezclado en columnas 0.30x0.50 f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)				
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón premezclado f'c= 240 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	90.00	90.00
2	Modulo de encofrado 1.22x0.50 (6 usos)	u	12.000	1.58	18.99
3	Modulo de encofrado 1.22x0.30 (6 usos)	u	12.000	1.07	12.83
4	Alfáñia de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	5.500	3.00	16.50
5	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.081	42.49	3.44
6	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.030	42.96	1.29
7	Píngos de eucalipto 4 a 7 m x (10.12 o 14 cm de diámetro)	m	11.800	1.09	12.88
				SUBTOTAL:	155.93
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	6.00	28.05	20.00	8.42
2	Albañil	8.00	28.40	20.00	11.36
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	20.00	1.57
4	Ayudante carpintería	18.00	28.05	20.00	25.25
5	Carpintero	9.00	28.40	20.00	12.78
				SUBTOTAL:	59.37
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	2.00	2.52	20.00	0.25
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	1.00	18.75	20.00	0.94
				SUBTOTAL:	1.19
RESUMEN					
MATERIALES	A				155.93
MANO DE OBRA	B				59.37
EQUIPO Y MAQUINARIA	C				1.19
COSTO DIRECTO DEL RUBRO	D			A+B+C	216.49
COSTOS INDIRECTOS	E			0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL	F			D+E	216.49
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	216.49

CONSTRUCCIONES CIVILES					
				Hoja:	11
				Código:	03.06
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón premezclado en diafragmas f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)				UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón premezclado f'c= 240 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	79.71	79.71
2	Modulo de encofrado 1.22x0.60 (6 usos)	u	16.000	1.84	29.43
3	Alfáija de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	5.530	3.00	16.59
4	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.013	42.49	0.54
5	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.011	42.96	0.47
6	Píngos de eucalipto 4 a 7 m x (10.12 o 14 cm de diámetro)	m	6.000	1.09	6.55
			SUBTOTAL:		133.28
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	7.00	28.05	24.00	8.18
2	Albañil	6.00	28.40	24.00	7.10
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	24.00	1.31
4	Ayudante carpintería	5.00	28.05	24.00	5.84
5	Carpintero	5.00	28.40	24.00	5.92
			SUBTOTAL:		28.35
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	9.00	2.52	24.00	0.95
2	Andamios metálicos (módulo)	6.00	0.28	24.00	0.07
3	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	2.00	18.75	24.00	1.56
			SUBTOTAL:		2.58
RESUMEN					
MATERIALES	A				133.28
MANO DE OBRA	B				28.35
EQUIPO Y MAQUINARIA	C				2.58
COSTO DIRECTO DEL RUBRO	D		A+B+C		164.21
COSTOS INDIRECTOS	E		0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL	F		D+E		164.21
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	164.21

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 12 Código: 03.07 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020	
RUBRO: Hormigón premezclado en vigas de borde 15x45cm f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)					UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Hormigón premezclado f'c= 240 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	90.00	90.00	
2	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	6.000	0.99	5.91	
3	Modulo de encofrado 1.22x0.45 (6 usos)	u	24.000	1.45	34.83	
4	Alfajía de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	25.000	3.00	75.00	
5	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.081	42.49	3.44	
6	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.030	42.96	1.29	
7	Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	8.000	0.99	7.88	
			SUBTOTAL:		218.35	
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	3.00	28.05	9.00	9.35	
2	Albañil	4.00	28.40	9.00	12.62	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.50	31.47	9.00	1.75	
4	Carpintero	2.00	28.40	9.00	6.31	
5	Ayudante carpintería	1.00	28.05	9.00	3.12	
			SUBTOTAL:		33.15	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	7.00	2.52	9.00	1.96	
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	2.00	18.75	9.00	4.17	
			SUBTOTAL:		6.13	
RESUMEN						
MATERIALES		A			218.35	
MANO DE OBRA		B			33.15	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			6.13	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	257.63	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	257.63	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	257.63	

CONSTRUCCIONES CIVILES						
					Hoja:	13
					Código:	03.08
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón premezclado en vigas 25x45cm f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)					UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Hormigón premezclado f'c= 210 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	84.00	84.00	
2	Modulo de encofrado 1.22x0.25 (6 usos)	u	8.000	0.94	7.50	
3	Modulo de encofrado 1.22x0.45 (6 usos)	u	16.000	1.45	23.22	
4	Alfaja de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	25.000	3.00	75.00	
5	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.081	42.49	3.44	
6	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.030	42.96	1.29	
7	Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	8.000	0.99	7.88	
				SUBTOTAL:		202.34
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	8.00	28.05	8.00	28.05	
2	Albañil	5.00	28.40	8.00	17.75	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	8.00	3.93	
4	Carpintero	4.00	28.40	8.00	14.20	
5	Ayudante carpintería	2.00	28.05	8.00	7.01	
				SUBTOTAL:		70.94
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	4.00	2.52	8.00	1.26	
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	2.00	18.75	8.00	4.69	
				SUBTOTAL:		5.95
RESUMEN						
MATERIALES		A			202.34	
MANO DE OBRA		B			70.94	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			5.95	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	279.23	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	279.23	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	279.23	

CONSTRUCCIONES CIVILES					
					<div>Hoja: 14</div> <div>Código: 03.09</div> <div>Cálculo: José Espín</div> <div>Fecha: 1/9/2020</div>
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: Deck metálico e=0.76mm incluye conectores y montaje					UNIDAD: m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Novalosa Galvan.76 esp.0.76mm	m2	1.050	12.68	13.31
2	Conector de acero galvanizado con cabeza de disco, de 19 mm de diámetro y 81 mm de altura	u	10.000	0.71	7.10
			SUBTOTAL:		20.41
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	3.00	28.05	40.00	2.10
2	Albañil	2.00	28.40	40.00	1.42
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	31.47	40.00	0.79
			SUBTOTAL:		4.31
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	10.00	2.52	40.00	0.63
	Equipo y elementos auxiliares para soldadura de conectores	0.50	16.05	40.00	0.20
			SUBTOTAL:		0.83
RESUMEN					
MATERIALES		A			20.41
MANO DE OBRA		B			4.31
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.83
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	25.56
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	25.56
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	25.56

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	15
				Código:	03.10
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO:	Hormigón en losa con deck f'c=240Kg/cm2			UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón premezclado f'c= 240 kg /cm2 (hormigón, transporte, bomba, aditivo)	m3	1.000	90.00	90.00
				SUBTOTAL:	90.00
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	7.00	28.05	20.00	9.82
2	Albañil	8.00	28.40	20.00	11.36
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	2.00	31.47	20.00	3.15
				SUBTOTAL:	24.32
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	17.00	2.52	20.00	2.14
2	Vibrador eléctrico gasolina (4-5 m)	4.00	18.75	20.00	3.75
				SUBTOTAL:	5.89
RESUMEN					
MATERIALES		A			90.00
MANO DE OBRA		B			24.32
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			5.89
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	120.22
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	120.22
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	120.22

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 16 Código: 03.11 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO: Acero Estructural (incluye montaje)					UNIDAD: kg
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Perfil especial grado 36 (3mm a 12mm)	kg	1.100	0.97	1.07
2	Electrodo indura e6011 1/8" c/kg	kg	0.050	3.91	0.20
			SUBTOTAL:		1.26
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Ayudante soldador	0.25	28.05	20.00	0.35
2	Soldador	0.25	28.40	20.00	0.35
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	31.47	20.00	0.16
			SUBTOTAL:		0.86
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.16	2.52	20.00	0.02
2	Soldadora eléctrica 200	0.03	10.68	20.00	0.02
			SUBTOTAL:		0.04
RESUMEN					
MATERIALES		A			1.26
MANO DE OBRA		B			0.86
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.04
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	2.16
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	2.16
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	2.16

CONSTRUCCIONES CIVILES					
					<div>Hoja: 17</div> <div>Código: 03.12</div> <div>Cálculo: José Espín</div> <div>Fecha: 1/9/2020</div>
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: Acero de Refuerzo					UNIDAD: Kg
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Acero de refuerzo en varillas	kg	1.050	1.18	1.24
2	Alambre recocido 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.003	32.65	0.10
3	Disco de corte metal 350x2.8x25.4 Bosch	u	0.020	3.42	0.07
			SUBTOTAL:		1.41
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Ayudante fierro	1.00	28.05	250.00	0.11
2	Fierro	2.00	28.40	250.00	0.23
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	31.47	250.00	0.01
			SUBTOTAL:		0.35
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	1.00	2.52	250.00	0.01
2	Amoladora	1.00	9.38	250.00	0.04
			SUBTOTAL:		0.05
RESUMEN					
MATERIALES		A			1.41
MANO DE OBRA		B			0.35
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.05
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	1.80
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	1.80
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	1.80

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 18 Código: 03.13 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO:	Malla electrosoldada R-188 Ø 6 mm @ 15 cm.				UNIDAD: m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Armex planchas diámetro ø 6.0 mm - 15x15 peso kg 43.04	plancha	0.073	72.55	5.30
2	Alambre recocido 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.003	32.65	0.08
			SUBTOTAL:		5.38
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Ayudante fierro	1.00	28.05	120.00	0.23
2	Fierro	2.00	28.40	120.00	0.47
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.05	31.47	120.00	0.01
			SUBTOTAL:		0.72
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	1.00	2.52	120.00	0.02
			SUBTOTAL:		0.02
RESUMEN					
MATERIALES		A			5.38
MANO DE OBRA		B			0.72
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.02
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	6.12
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	6.12
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	6.12

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja:	19
					Código:	04.01
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO:	Masillado de piso e=1 cm (Mortero 1:3)				UNIDAD:	m2
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Mortero 1:3 / cemento : arena (materiales)	m3	0.030	90.50	2.72	
			SUBTOTAL:		2.72	
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	2.00	28.05	80.00	0.70	
2	Albañil	4.00	28.40	80.00	1.42	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.50	31.47	80.00	0.20	
			SUBTOTAL:		2.32	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	7.00	2.52	80.00	0.22	
			SUBTOTAL:		0.22	
RESUMEN						
MATERIALES		A			2.72	
MANO DE OBRA		B			2.32	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.22	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	5.25	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	5.25	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA						
				S/.	5.25	

CONSTRUCCIONES CIVILES						
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja:	20
					Código:	04.02
					Cálculo:	José Espín
					Fecha:	1/9/2020
RUBRO:	Mampostería de bloque e=12 cm Mortero 1:6				UNIDAD:	m2
A.- MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL	
1	Mortero 1:6 / cemento : arena (materiales)	m3	0.020	63.12	1.26	
2	Bloque de 10x20x40 cm	u	13.200	0.39	5.15	
				SUBTOTAL:	6.41	
B.- MANO DE OBRA						
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO	
1	Peón	0.70	28.05	8.00	2.45	
2	Albañil	0.70	28.40	8.00	2.48	
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.25	31.47	8.00	0.98	
				SUBTOTAL:	5.92	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO	
1	Herramienta menor	1.00	2.52	8.00	0.32	
2	Andamios metálicos (módulo)	4.00	0.28	8.00	0.14	
				SUBTOTAL:	0.46	
RESUMEN						
MATERIALES		A			6.41	
MANO DE OBRA		B			5.92	
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.46	
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	12.79	
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00	
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	12.79	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	12.79	

<i>CONSTRUCCIONES CIVILES</i>					
				<i>Hoja:</i>	21
				<i>Código:</i>	04.03
				<i>Cálculo:</i>	José Espín
				<i>Fecha:</i>	1/9/2020
RUBRO: Mampostería de bloque e=20 cm Mortero 1:6				UNIDAD:	m²
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Mortero 1:6 / cemento : arena (materiales)	m³	0.030	63.12	1.89
2	Bloque de 20x20x40 cm	u	13.200	0.56	7.39
			SUBTOTAL:		9.29
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DÍA	COSTO
1	Peón	0.70	28.05	8.00	2.45
2	Albañil	0.70	28.40	8.00	2.48
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.25	31.47	8.00	0.98
			SUBTOTAL:		5.92
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DÍA	R/DÍA	COSTO
1	Herramienta menor	1.00	2.52	8.00	0.32
2	Andamios metálicos (módulo)	4.00	0.28	8.00	0.14
			SUBTOTAL:		0.46
RESUMEN					
MATERIALES		A			9.29
MANO DE OBRA		B			5.92
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.46
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	15.66
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	15.66
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/. 	15.66

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 22 Código: 04.04 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO:	Alfeizar y dinteles			UNIDAD:	ml
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2 (materiales)	m³	0.020	71.59	1.43
2	Tabla dura de encofrado de 20 cm	u	0.700	0.99	0.69
3	Tiras de eucalipto 2.5 x 2.5 x 250 (cm) rústica	u	1.000	0.45	0.45
4	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.002	42.49	0.08
5	Alambre Galv. 1.25mm (#18) peso kg 20.00	rollo	0.010	42.96	0.43
6	Pingos de eucalipto 4 a 7 m x (10.12 o 14 cm de diámetro)	m	1.000	1.09	1.09
7	Acero de Refuerzo	Kg	3.200	1.80	5.78
			SUBTOTAL:		9.95
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	0.50	28.05	8.00	1.75
2	Albañil	0.50	28.40	8.00	1.77
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.25	31.47	8.00	0.98
			SUBTOTAL:		4.51
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.35	2.52	8.00	0.11
2	Concretera eléctrica a gasolina	0.02	24.11	8.00	0.06
3	Parihuelas	0.10	1.50	8.00	0.02
			SUBTOTAL:		0.19
RESUMEN					
MATERIALES		A			9.95
MANO DE OBRA		B			4.51
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.19
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	14.65
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	14.65
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	14.65

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 24 Código: 04.06 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO:	Enlucido vertical interior, paleteado fino, mortero 1:4, E=1.5cm				UNIDAD: m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Mortero 1:4 / cemento : arena (materiales)	m3	0.025	81.72	2.04
2	Agua	m3	0.030	1.85	0.06
			SUBTOTAL:		2.10
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	0.80	28.05	12.00	1.87
2	Albañil	0.90	28.40	12.00	2.13
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.15	31.47	12.00	0.39
			SUBTOTAL:		4.39
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.70	2.52	12.00	0.15
2	Andamios metálicos (módulo)	4.00	0.28	12.00	0.09
			SUBTOTAL:		0.24
RESUMEN					
MATERIALES		A			2.10
MANO DE OBRA		B			4.39
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.24
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	6.73
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	6.73
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	6.73

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: 25 Código: 04.07 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO: Enlucido horizontal (incluye andamios), E=1.5cm					UNIDAD: m2
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Mortero 1:4 / cemento : arena (materiales)	m3	0.025	81.72	2.04
2	Agua	m3	0.050	1.85	0.09
			SUBTOTAL:		2.14
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	1.00	28.05	9.50	2.95
2	Albañil	1.00	28.40	9.50	2.99
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.30	31.47	9.50	0.99
			SUBTOTAL:		6.94
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.83	2.52	9.50	0.22
2	Andamios metálicos (módulo)	7.13	0.28	9.50	0.21
			SUBTOTAL:		0.43
RESUMEN					
MATERIALES		A			2.14
MANO DE OBRA		B			6.94
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.43
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	9.50
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	9.50
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	9.50

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	26
				Código:	04.08
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO:	Enlucido de filos y fajas de ventanas			UNIDAD:	ml
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Mortero 1:4 / cemento : arena (materiales)	m3	0.003	81.72	0.25
2	Agua	m3	0.003	1.85	0.01
			SUBTOTAL:		0.25
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Peón	0.60	28.05	8.00	2.10
2	Albañil	0.60	28.40	8.00	2.13
3	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.01	31.47	8.00	0.04
			SUBTOTAL:		4.27
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.50	2.52	8.00	0.16
2	Andamios metálicos (módulo)	1.20	0.28	8.00	0.04
			SUBTOTAL:		0.20
RESUMEN					
MATERIALES		A			0.25
MANO DE OBRA		B			4.27
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.20
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	4.72
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	4.72
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	4.72

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Hormigón simple f'c=140 kg/cm2				
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Cemento Selva Alegre	saco	6.180	7.34	45.36
2	Arena fina	m3	0.650	13.75	8.94
3	Ripio	m3	0.950	13.75	13.06
4	Agua	m3	0.240	1.85	0.44
			SUBTOTAL:	67.81	
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:	0.00	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:	0.00	
RESUMEN					
MATERIALES		A			67.81
MANO DE OBRA		B			0.00
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.00
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	67.81
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	67.81
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA S/. 67.81					

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Hoja:	Aux. 3
				Código:	A.3
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Modulo de encofrado 1.22x0.30 (6 usos)				UNIDAD:	u
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Tablero triplex corriente 1.22X2.44X15C	u	0.123	37.55	4.62
2	Alfája de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	0.204	3.00	0.61
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.001	42.49	0.04
4	Separol Ecológico, Desmoldante para hormigón (10 kg)	caneca	0.002	18.55	0.04
			SUBTOTAL:		5.31
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Carpintero	0.15	28.40	8.00	0.53
2	Ayudante carpintería	0.15	28.05	8.00	0.53
			SUBTOTAL:		1.06
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.15	2.52	8.00	0.05
			SUBTOTAL:		0.05
RESUMEN					
MATERIALES		A			5.31
MANO DE OBRA		B			1.06
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.05
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	6.42
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	6.42
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	6.42

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
				Hoja:	Aux. 5
				Código:	A.5
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Modulo de encofrado 1.22x0.60 (6 usos)			UNIDAD:	u
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Tablero triplex corriente 1.22X2.44X15C	u	0.246	37.55	9.24
2	Alfáija de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	0.204	3.00	0.61
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.001	42.49	0.04
4	Separol Ecológico, Desmoldante para hormigón (10 kg)	caneca	0.002	18.55	0.04
				SUBTOTAL:	9.93
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Carpintero	0.15	28.40	8.00	0.53
2	Ayudante carpintería	0.15	28.05	8.00	0.53
				SUBTOTAL:	1.06
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.15	2.52	8.00	0.05
				SUBTOTAL:	0.05
RESUMEN					
MATERIALES	A				9.93
MANO DE OBRA	B				1.06
EQUIPO Y MAQUINARIA	C				0.05
COSTO DIRECTO DEL RUBRO	D		A+B+C		11.03
COSTOS INDIRECTOS	E		0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL	F		D+E		11.03
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	11.03

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja: Aux. 7 Código: A.7 Cálculo: José Espín Fecha: 1/9/2020
RUBRO: Modulo de encofrado 1.22x0.25 (6 usos)					UNIDAD: u
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Tablero triplex corriente 1.22X2.44X15C	u	0.102	37.55	3.83
2	Alfaja de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	0.204	3.00	0.61
3	Clavos multiuso con cabeza (2 x 12) peso kg 25.00	caja	0.001	42.49	0.04
4	Separol Ecológico, Desmoldante para hormigón (10 kg)	caneca	0.002	18.55	0.04
				SUBTOTAL:	4.52
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
1	Carpintero	0.15	28.40	8.00	0.53
2	Ayudante carpintería	0.15	28.05	8.00	0.53
				SUBTOTAL:	1.06
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
1	Herramienta menor	0.15	2.52	8.00	0.05
				SUBTOTAL:	0.05
RESUMEN					
MATERIALES		A			4.52
MANO DE OBRA		B			1.06
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.05
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D		A+B+C	5.63
COSTOS INDIRECTOS		E		0.00 %	0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F		D+E	5.63
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	5.63

CONSTRUCCIONES CIVILES					
				Hoja:	Aux. 8
				Código:	A.8
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Mortero 1:3 / cemento : arena (materiales)				UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Cemento Selva Alegre	saco	10.300	7.34	75.60
2	Arena fina	m3	1.040	13.75	14.30
3	Agua	m3	0.324	1.85	0.60
			SUBTOTAL:		90.50
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:		0.00
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:		0.00
RESUMEN					
MATERIALES	A				90.50
MANO DE OBRA	B				0.00
EQUIPO Y MAQUINARIA	C				0.00
COSTO DIRECTO DEL RUBRO	D		A+B+C		90.50
COSTOS INDIRECTOS	E		0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL	F		D+E		90.50
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA				S/.	90.50

[illegible]

CONSTRUCCIONES CIVILES					
<div>FORMULARIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</div>					
				Hoja:	Aux. 10
				Código:	A.10
				Cálculo:	José Espín
				Fecha:	1/9/2020
RUBRO: Hormigón simple f'c=180 kg/cm2 (materiales)				UNIDAD:	m3
A.- MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	V. PARCIAL
1	Cemento Selva Alegre	saco	6.695	7.34	49.14
2	Arena fina	m3	0.650	13.75	8.94
3	Ripio	m3	0.950	13.75	13.06
4	Agua	m3	0.240	1.85	0.44
			SUBTOTAL:		71.59
B.- MANO DE OBRA					
ITEM	TRABAJADOR	No.	J.R.D.	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:		0.00
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DIA	R/DIA	COSTO
			SUBTOTAL:		0.00
RESUMEN					
MATERIALES		A			71.59
MANO DE OBRA		B			0.00
EQUIPO Y MAQUINARIA		C			0.00
COSTO DIRECTO DEL RUBRO		D	A+B+C		71.59
COSTOS INDIRECTOS		E	0.00 %		0.00
COSTO UNITARIO TOTAL		F	D+E		71.59
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA					
				S/.	71.59

[illegible]

4.2. Presupuesto general

4.2.1. Mampostería Confinada (obra gris)

PRESUPUESTO EDIFICIO E3 PEDREGAL DE CHUROLOMA (MAMPOSTERÍA CONFINADA)

Código	Actividad	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Parcial
01	OBRAS PRELIMINARES				400.62
01.01	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	224.57	1.78	400.62
02	EXCAVACIONES Y RELLENOS				4,706.77
02.01	Excavación H=3 A 4 m a máquina (Excavadora)	m3	336.86	5.53	1,862.17
02.02	Desalojo a maquina con equipo: cargadora frontal y volqueta (sin esponjamiento)	m3	336.86	5.81	1,957.79
02.03	Excavación a mano de losa y vigas de cimentación	m3	86.11	10.30	886.81
03	ESTRUCTURA				127,216.83
03.01	Hormigón simple replantillo $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$. Equipo: Concretera 1 saco	m3	11.23	108.26	1,215.57
03.02	Hormigón premezclado en losa y vigas de cimentación $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (inc. Bomba y aditivo)	m3	86.11	109.82	9,456.48
03.03	Mampostería estructural bloque $e=20\text{cm}$ con $f_m=8 \text{ Mpa}$, mortero M20	m2	544.04	17.31	9,417.53
03.04	Mampostería estructural bloque $e=25\text{cm}$ con $f_m=8 \text{ Mpa}$, mortero M20	m2	74.82	18.16	1,358.65
03.05	Hormigón simple en columnas de confinamiento $20 \times 20\text{cm}$, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Incluye encofrado	m3	23.31	126.98	2,959.82
03.06	Hormigón simple en columnas de confinamiento $20 \times 25\text{cm}$, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Incluye encofrado	m3	2.48	132.29	328.09
03.07	Hormigón simple en columnas de confinamiento $25 \times 30\text{cm}$, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Incluye encofrado	m3	16.74	138.58	2,319.81
03.08	Hormigón simple en vigas de refuerzo $20 \times 20\text{cm}$, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Incluye encofrado	m3	1.88	124.76	234.05
03.09	Hormigón simple en vigas de refuerzo $20 \times 25\text{cm}$, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Incluye encofrado	m3	0.32	127.00	40.96
03.10	Hormigón premezclado en vigas $20 \times 20\text{cm}$ $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (inc. Bomba y aditivo)	m3	7.59	111.14	843.51
03.11	Hormigón premezclado en vigas $20 \times 25\text{cm}$ $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (inc. Bomba y aditivo)	m3	1.96	120.71	237.07
03.12	Hormigón premezclado en vigas $20 \times 30\text{cm}$ $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)	m3	15.70	257.80	4,047.05
03.13	Hormigón premezclado en vigas $25 \times 45\text{cm}$ $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)	m3	17.75	271.14	4,812.25
03.14	Hormigón premezclado en losa de 20cm , $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (inc. Bomba y aditivo)	m3	69.92	113.96	7,968.32
03.15	Encofrado y desencofrado de Losas de 20cm (equipo alquilado 15 días)	m2	804.24	9.54	7,672.07
03.16	Acero de Refuerzo	Kg	37,987.66	1.80	68,566.61
03.17	Malla electrosoldada R-64 Ø 3.5 mm @ 15 cm.	m2	672.32	2.70	1,812.53
03.18	Bloque de alivianamiento $15 \times 20 \times 40\text{cm}$ timbrado + estibaje	und	4,908.00	0.80	3,926.46
04	ALBAÑILERIA				38,815.27
04.01	Masillado de piso $e=1 \text{ cm}$ (Mortero 1:3)	m2	1,005.30	5.25	5,281.16
04.02	Mampostería de bloque $e=12 \text{ cm}$ Mortero 1:6	m2	251.26	12.79	3,213.03
04.03	Mampostería de bloque $e=20 \text{ cm}$ Mortero 1:6	m2	89.24	15.66	1,397.84
04.04	Alfizar para mampostería no estructural	ml	353.16	14.65	5,175.16
04.05	Enlucido vertical exterior, mortero 1:4, $E=1.5\text{cm}$, con impermeabilizante	m2	453.16	8.37	3,794.69
04.06	Enlucido vertical interior, paletado fino, mortero 1:4, $E=1.5\text{cm}$	m2	1,465.56	6.73	9,866.05
04.07	Enlucido horizontal (incluye andamios), $E=1.5\text{cm}$	m2	804.24	9.50	7,641.33
04.08	Enlucido de filos y fajas de ventanas	ml	128.31	4.72	606.02
04.09	Junta pvc de construcción $e=5\text{cm}$	ml	353.16	5.21	1,839.99
			TOTAL COSTO DIRECTO		171,139.49
			Area de construcción		804.24
			Costo / m2		212.80

4.2.2. Estructura Mixta (obra gris)

PRESUPUESTO EDIFICIO E3 PEDREGAL DE CHUROLOMA (ESTRUCTURA MIXTA)

Código	Actividad	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Parcial
01	OBRAS PRELIMINARES				400.62
01.01	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	224.57	1.78	400.62
02	EXCAVACIONES Y RELLENOS				5,454.48
02.01	Excavación H=3 A 4 m a maquina (Excavadora)	m3	336.86	5.53	1,862.17
02.02	Desalojo a maquina con equipo: cargadora frontal y volqueta (sin esponjamiento)	m3	336.86	5.81	1,957.79
02.03	Excavación a mano de plintos	m3	94.80	10.30	976.29
02.04	Relleno compactado suelo natural	m3	77.05	8.54	658.23
03	ESTRUCTURA				132,968.82
03.01	Hormigón simple replantillo f'c= 140 kg/cm2. Equipo: Concretera 1 saco	m3	3.16	108.26	342.10
03.02	Hormigón premezclado en plintos f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo)	m3	17.75	115.82	2,055.76
03.03	Hormigón ciclopeo en cadenas 60% hormigón simple + 40% piedra	m3	98.33	94.23	9,265.82
03.04	Hormigón premezclado en cadenas 0.20x0.30 f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)	m3	5.90	164.52	970.69
03.05	Hormigón premezclado en columnas 0.30x0.50 f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)	m3	24.57	216.49	5,319.13
03.06	Hormigón premezclado en diafragmas f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)	m3	26.62	164.21	4,371.31
03.07	Hormigón premezclado en vigas de borde 15x45cm f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)	m3	6.69	257.63	1,723.68
03.08	Hormigón premezclado en vigas 25x45cm f'c= 240 kg/cm2 (inc. Bomba y aditivo) (inc. encofrado)	m3	46.18	279.23	12,894.64
03.09	Deck metálico e=0.76mm incluye conectores y montaje	m2	795.77	25.56	20,335.98
03.10	Hormigón en losa con deck f'c=240Kg/cm2	m3	73.19	120.22	8,798.56
03.11	Acero Estructural (incluye montaje)	kg	8,017.88	2.16	17,331.48
03.12	Acero de Refuerzo	Kg	24,128.45	1.80	43,551.14
03.13	Malla electrosoldada R-188 Ø 6 mm @ 15 cm.	m2	981.96	6.12	6,008.52
04	ALBAÑILERIA				41,795.08
04.01	Masillado de piso e=1 cm (Mortero 1:3)	m2	1,005.30	5.25	5,281.16
04.02	Mampostería de bloque e=12 cm Mortero 1:6	m2	251.26	12.79	3,213.08
04.03	Mampostería de bloque e=20 cm Mortero 1:6	m2	708.10	15.66	11,091.02
04.04	Alféizar y dinteles	ml	20.59	14.65	301.72
04.05	Enlucido vertical exterior, mortero 1:4, E=1.5cm, con impermeabilizante	m2	453.16	8.37	3,794.70
04.06	Enlucido vertical interior, paletado fino, mortero 1:4, E=1.5cm	m2	1,465.56	6.73	9,866.04
04.07	Enlucido horizontal (incluye andamios), E=1.5cm	m2	804.24	9.50	7,641.33
04.08	Enlucido de filos y fajas de ventanas	ml	128.31	4.72	606.02
			TOTAL COSTO DIRECTO		180,619.00
			Area de construcción		804.24
			Costo / m2		224.58

4.3. Análisis comparativo de costos entre estructura mixta y de mampostería confinada

Al analizar los presupuestos se pudo notar claramente que el costo por metro cuadrado de construcción hasta obra gris de la opción de Mampostería Confinada es menor en 11.78 dólares con respecto al de Estructura Mixta.

CONCLUSIONES

El edificio D5 del conjunto Churolooma, nunca fue considerado para mampostería confinada, razón por la cual se tuvo que hacer las modificaciones arquitectónicas expuestas en esta tesis.

Una de las características principales de las estructuras de mampostería confinada es el de ser rígidas, por lo que la NEC 2015 exige un control de derivas de 1cm para este tipo de estructuras. Que en este caso las derivas no superan al 0.5cm. tanto en el sentido X como en Y.

El edificio D5, al conformarlo únicamente con mampostería de 20cm., en lo que respecta al análisis estático y dinámico cumplía satisfactoriamente, pero lamentablemente al realizar el análisis manual de los muros, ciertos muros no pasaron el chequeo por esfuerzo axial, lo que obligó a incrementarlos a 25cm de espesor.

La losa de cimentación con un espesor de 35cm., no fue suficiente especialmente en las zonas de grandes luces, por lo que se optó complementarla con tres vigas de cimentación.

La densidad de muros en planta es un parámetro ínfimo para definir la cantidad de muros a considerar, ya que en este caso se lo supera en más del doble.

En cuanto a costos hay una diferencia de 9479.51 dólares a favor de la Mampostería confinada, por lo que se debe considerar a este tipo de estructuras como una opción más que solo las metálicas o de hormigón armado.

RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar los estudios de laboratorio de los mampuestos y de los muretes, tal como se indica en la NEC 2015, ya que de no cumplir con las resistencias la estructura fallará.

En lo posible se debe optar, por usar losa de cimentación ya que la cantidad de muros por lo general es alta.

En cuanto al mortero de pega, se debe cumplir estrictamente con lo indicado ya que aporta resistencia a los muros.

REFERENCIAS

- Ángel San Bartolomé. (1994). *Construcciones de Albañilería – Comportamiento sísmico y diseño estructural*. Lima, Perú.
- American Concrete Institute. (2019). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-19)*.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *NEC-SE-CG. Cargas no sísmicas*. Quito, Ecuador.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *NEC-SE-DS. Peligro sísmico*. Quito, Ecuador.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *NEC-SE-HM. Hormigón armado*. Quito, Ecuador.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *NEC-SE-MP. Mampostería Estructural*. Quito, Ecuador.
- Norma Técnica E-0.70 (2006). *Albañilería*. Lima, Perú.
- Norma Técnica E-0.30 (2006). *Diseño sismoresistente*. Lima, Perú.
- NOVACERO. (2018). *Catálogo de acero*. Quito, Ecuador.
- Norma Chilena Oficial. (1997). *NCh 2123. Albañilería confinada – Requisitos y diseño de cálculo*. Santiago, Chile.
- Norma Chilena Oficial. (1997). *NCh 2123. Albañilería confinada – Requisitos y diseño de cálculo*. Santiago, Chile.
- Reglamento Colombiano de la Construcción sismoresistente (2010). *NSR-10 D. Mampostería estructural*. Bogotá, Colombia.
- Reglamento Colombiano de la Construcción Sismo Resistente (2010). *NSR-10 A. Requisitos generales de diseño y construcción sismo-resistente*. Bogotá, Colombia.

Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. (2018). *Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería*. (Mérida, Yucatán, México)..

ANEXOS

ANEXO 1.- Planos topográficos

ANEXO 2.- Estudio de suelos

ANEXO 3.- Planos estructurales propuesta original (estructura mixta)

ANEXO 4.- Planos arquitectónicos

ANEXO 5.- Planos estructurales de mampostería confinada

ANEXO 6.- Especificaciones Técnicas